

SÄHKÖSUUNNITTELUN OHJELMIS- TOTYÖKALUJEN JA MENETELMIEN TEHOKAS HYÖDYNTÄMINEN

Antti Viertamo

Opinnäytetyö
Toukokuu 2012
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Sähkövoimatekniikan
suuntautumisvaihtoehto

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Sähkövoimatekniikan suuntautumisvaihtoehto

ANTTI VIERTAMO:

Sähkösuunnittelun ohjelmistotyökalujen ja menetelmien tehokas hyödyntäminen

Opinnäytetyö 56 sivua, josta liitteitä 13 sivua
Toukokuu 2012

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää kuinka suunnittelu- ja konsulttitoimisto Elomaticin sähkösuunnittelua voidaan tehostaa ohjelmistotyökaluja ja menetelmiä parantamalla. Työssä vertailtiin kahta sähkösuunnitteluohjelmistoa sekä pohdittiin niiden soveltuvuutta Elomaticin talosähköprojektien suunnitteluun. Työn tavoitteena oli osaltaan myös tutkia dokumentinhallintajärjestelmiä sekä muutamia erilaisia laskentaohjelmia.

MagiCAD Electrical- ja CADS Planner Electric 15 -sähkösuunnitteluohjelmistojen vertailu ja tarkastelu toteutettiin päivittämällä Elomaticin toimistorakennuksen sähköosaston vanhat sähködokumentit molemmilla tutkittavilla ohjelmistoilla. Laskentaohjelmista tutkittavana oli oikosulku-, valaistus- ja saattolämmityslaskentaohjelmia. Laskentaohjelmien ja dokumentinhallintajärjestelmien tarkastelu jäi sähkösuunnitteluohjelmistojen käsittelyä kevyemmäksi.

Työn tuloksena saatiin selville tietokantapohjaisten sähkösuunnitteluohjelmistojen vaatimuksia ja ominaisuuksia tietomallipohjaisessa sähkösuunnittelussa. MagiCAD Electrical- ja CADS Planner Electric 15 -ohjelmistojen ominaisuuksien vertailussa havaittiin eroavaisuuksia käytettävyydessä ja toiminnoissa, mutta molemmat ohjelmistot soveltuvat kuitenkin erinomaisesti tietomallipohjaiseen sähkösuunnitteluun talosähköprojekteissa.

ABSTRACT

Tampereen Ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Electrical Engineering
Electrical Power Engineering

ANTTI VIERTAMO:

Efficient Exploitation of Software Tools and Methods in Electrical Design

Bachelor's thesis 56 pages, appendices 13 pages
May 2012

The purpose of this thesis was to examine how the electrical design can be improved by effectiveness of software tools and methods in Elomatic. The main point of this thesis was to compare two electrical design softwares. In addition, one of the purposes of this thesis was to examine document management systems and a few different calculation programs. The study of document management systems and calculation programs was not done as in-depth as the study of electrical design softwares.

The comparison between MagiCAD Electrical and CADS Planner Electric 15 electrical designing programs was made by updating an old electrical document of Elomatic's office building electrical department.

The comparison of MagiCAD Electrical and CADS Planner Electric 15 softwares showed that there are differences of features between these two softwares. However, both of these programs are excellent suitable for electrical designing projects of buildings.

Key words: electrical design softwares, MagiCAD, CADS Planner

SISÄLLYS

1	LYHENTEET JA TERMIT	5
2	JOHDANTO	6
3	SUUNNITTELUN TYÖKALUT	7
3.1	CAD-suunnittelun historia ja kehitys	7
3.2	Nykytilanne	7
3.3	Tulevaisuus	8
4	TIETOMALLIPOHJAINEN SUUNNITTELU JA TUOTETIETOMALLIT	9
4.1	Yleistä	9
4.2	Historia ja kehitys	10
4.3	Tulevaisuus	10
5	IFC-STANDARDI	12
5.1	Yleistä	12
5.2	Kehitys	13
6	MAGICAD ELECTRICAL- JA CADS PLANNER ELECTRIC 15 - SÄHKÖSUUNNITTELUOHJELMISTOT	14
6.1	Yleistä	14
6.2	MagiCAD Electrical	14
6.3	CADS Planner Electric 15	15
6.4	MagiCAD Electrical- ja CADS Planner Electric 15 -ohjelmistojen vertailu	16
6.4.1	Vertailun toteutus	16
6.4.2	Arkkitehtikuvan tuonti ja muokkaaminen	17
6.4.3	Symbolikirjastot ja symboleiden tuonti	18
6.4.4	Tuotetietojen lisääminen	19
6.4.5	Määräluettelot	21
6.4.6	3D-ominaisuudet	22
6.4.7	Törmäystarkastelut	23
6.4.8	IFC-ominaisuudet	24
7	DOKUMENTINHALLINTAJÄRJESTELMÄT	26
7.1	Yleistä	26
7.2	EloDoc	27
8	LASKENTAOHJELMAT	29
8.1	Yleistä	29
8.2	Oikosulku- ja verkostolaskentaohjelmat	29
8.2.1	ABB DOC 2.0	29
8.2.2	FebDok	32
8.3	Valaistuslaskentaohjelmat	32
8.3.1	DIALux	33
8.4	Saattolämmityslaskentaohjelmat	36
8.4.1	TraceCalc Pro 2	37
9	LOPPUPÄÄTELMÄT	40
	LÄHTEET	42
	LIITTEET	44

1 LYHENTEET JA TERMIT

2D	Kaksiulotteinen
3D	Kolmiulotteinen
BIM	Building Information Model, Rakennuksen älykäs tuotetietomallikokonaisuus
CAD	Computer Aided Design, Tietokoneavusteinen suunnittelu
DWG	AutoCADin käyttämä tallennusmuoto
DXF	AutoDeskin kehittämä tiedonsiirtoformaatti
IFC	Industry Foundation Classes. Tietomallipohjaisen suunnittelun käyttämä tiedonsiirtostandardi
SIA	Sähkö, instrumentointi ja automaatio

2 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, kuinka sähkösuunnittelua voidaan tehostaa ohjelmistotyökaluja ja menetelmiä parantamalla Elomatic Oy:ssä. Työssä keskitytään tutkimaan kahden sähkösuunnitteluohjelmiston soveltuvuutta Elomaticin talosähköprojektien suunnitteluun. Tutkittavat ohjelmistot ovat MagiCAD Electrical ja CADS Planner Electric 15.

Tarkoituksena on päivittää Elomaticin Turun toimiston sähköosaston vanhat sähködokumentit uusilla tietokantapohjaisilla sähkösuunnitteluohjelmistoilla. Samalla vertaillaan ohjelmistojen käyttöä ja ominaisuuksia. Tutkimustyön perusteella pohditaan ohjelmistojen soveltuvuutta Elomaticin talosähköprojektiiden suunnitteluun.

Työssä perehdytään myös suunnittelun apuna käytettäviin dokumentinhallintajärjestelmiin ja laskentaohjelmiin. Laskentaohjelmista tutkittavana on oikosulku-, valaistus- sekä saattolämmityslaskentaohjelmia. Työssä käsitellään myös yleisesti tietomallipohjaista sähkösuunnittelua sekä avointa IFC-standardia.

3 SUUNNITTELUN TYÖKALUT

3.1 CAD-suunnittelun historia ja kehitys

Ensimmäinen varsinainen CAD-ohjelma oli Ivan Sutherlandin 1960-luvun alussa kehittämä Skeethpad-ohjelma. Tätä käytettiin Lincoln TX2 tietokoneella. Ensimmäinen AutoCAD versio julkaistiin vuonna 1982. AutoCAD nousi nopeasti johtavaksi CAD-ohjelmaksi ja tämän myötä CAD-suunnittelu alkoikin yleistyä nopeasti. 1990-luvulla siirryttiin käytännössä kokonaan käsin piirtämisestä 2D-CAD piirtämiseen. Suomessa 1990-luvun lopussa toteutettiin noin 70–80 % rakennushankkeiden suunnittelusta CAD-ohjelman avulla (Kuitunen, 2007, 9).

3.2 Nykytilanne

Nykypäivän suunnitteluohjelmista puhuttaessa ei voida puhua enää pelkästään piirto-ohjelmista, sillä ohjelmat ovat nykyään hyvinkin älykkäitä ja tietokantapohjaisia. 2D-suunnittelusta ollaan siirtymässä kovalla vauhdilla tietomallipohjaiseen suunnitteluun (Kuitunen, 2007, 9).

Tietomallipohjaisella suunnittelulla tarkoitetaan sitä, että esimerkiksi tasopiirustuksessa oleva pistorasialla ei ole enää pelkkä symboli, vaan se on jonkin valmistajan todellinen tuote. Sille on annettu valmistajan ja tyyppin lisäksi fyysiset mitat, rakenne, materiaalit ja sähkötekniset tiedot ja mahdollisesti myös todellinen 3D-malli. Tietomallipohjaista suunnittelua käydään tarkemmin läpi luvussa 4 (Kuitunen, 2007, 9).

Nykyään suunnittelun apuna käytetään paljon myös erilaisia laskentaohjelmia. Oikosulku- ja verkostolaskentaan on tarjolla paljon monipuolisia ohjelmia. Ohjelmissa on valittavissa eri valmistajan tuotteita, joille on annettu todelliset sähkötekniset tiedot ja ohjelma suorittaa laskennan näiden perusteella. Myös nykypäivän valaistuslaskentaohjelmat sekä monet muut suunnitteluohjelmat toimivat samalla periaatteella. Mikäli suunnitteluohjelmasta ei löydy jotain tiettyä tuotetta, on tämä useasti mahdollista ladata valmistajan verkkosivuilta. Laitevalmistajat tekevät siis yhteistyötä suunnitteluohjelmistojen kehittäjien kanssa ja tukevat suunnitteluohjelmien käyttöä markkinoiden samalla

omia tuotteitaan ohjelmien välityksellä. Laskentaohjelmia käydään tarkemmin läpi luvussa 8.

Suunnittelun työkaluihin kuuluu myös merkittävänä osana dokumentinhallintajärjestelmät. Aiemmin dokumenttien arkistoinnissa käytetyt arkistokaapit on siis nykypäivänä korvattu sähköisellä dokumentoinnilla. Tämä on helpottanut huomattavasti monen yrityksen arkea etenkin, jos dokumentteja on huomattavan paljon. Dokumenttien hakeminen ja jakaminen ovat helpottuneet tämän myötä huomattavasti. Dokumentinhallintajärjestelmät eivät auta pelkästään dokumenttien säilytyksessä, vaan ne tarjoavat myös paremman tietoturvan normaaliin tiedostonhallintaan verrattuna erillisen käyttäjätunnistuksen ansiosta. Dokumentinhallintajärjestelmistä on kerrottu tarkemmin luvussa 7 (Kangas, 2008, 8).

3.3 Tulevaisuus

Tulevaisuudessa on hyvinkin todennäköistä, että perinteinen 2D-suunnittelu tullaan syrjäyttämään lähes kokonaan tietomallipohjaisen suunnittelun yleistyessä. Toki 2D-suunnittelu tulee jatkumaan tietomallipohjaisen suunnittelun rinnalla vielä pitkään esimerkiksi pienissä saneerauksissa, joissa ei ole järkevää tehdä koko rakennuksen mallintamista.

Dokumentinhallintajärjestelmät tulevat yleistymään ja suunnittelutoimistojen dokumentoinnissa tullaan siirtymään käytännössä täysin sähköiseen dokumentointiin. Myös dokumenttien jakaminen projektin eri osapuolille hoidetaan tulevaisuudessa dokumentinhallintajärjestelmien välityksellä (Kangas, 2008, 9).

Erilaisten laskentaohjelmien käyttö tulee myös yleistymään entisestään. Myös ohjelmistojen väliset linkitykset tulevat yleistymään tulevaisuudessa. Näistä hyvänä esimerkkinä on jo tällä hetkellä DIALux-valaistuslaskentaohjelman ja Cads Planner Electric -sähkösuunnitteluohjelman välinen linkitys, jossa ohjelmat hyödyntävät keskenään toistensa tietoa.

4 TIETOMALLIPOHJAINEN SUUNNITTELU JA TUOTETIETOMALLIT

4.1 Yleistä

Tuotetietomallilla eli BIM-mallilla (Building Information Model), ei tarkoiteta pelkkää 3D-piirrosta. Tuotetietomalli on 3D-malli, jolle on syötetty tuotteen todellisia teknisiä tietoja. Näitä tietoa ovat muun muassa tuotteen fyysiset mitat, materiaalit ja sähkötekniiset tiedot. Tuotetietomallien sisältämää tietoa hyödynnetään myös erilaisissa laskelmissa ja analyyseissä (Kuitunen, 2007, 9).

Tuotetietomallien tietoja hyödynnetään suunnittelussa, rakentamisessa sekä kunnossapidossa. Rakennuksen tietomallin tarkoituksena on toimia rakennuksen ja rakennusprosessin tietovarastona koko elinkaaren ajan. Tietomallien määrittämiseen on kehitetty avoin IFC-formaatti. IFC-standardia käsitellään tarkemmin luvussa 5 (Metsola, 2009, 10–13).

Tietomallipohjainen suunnittelu koostuu siis käytännössä 3D-mallista sekä tuotetiedosta. Tietomallipohjaisella suunnittelulla saavutetaan paljon etuja verrattaessa perinteiseen suunnitteluun. Yksi eduista on 3D-mallien mahdollistamat törmäystarkastelut eri järjestelmien välillä. Tietomallipohjaisen suunnittelun perusajatuksena onkin, että asiat mietitään entistä tarkemmin jo suunnitteluvaiheessa. Tämä puolestaan vähentää toteutusvaiheessa tapahtuvia korjauksia ja muutoksia (Metsola, 2009, 10–12).

Tietomallipohjainen suunnittelu muuttaa myös työmaalla tapahtuvaa työskentelyä, sillä mahdolliset putkien ja kaapelihyllyjen törmäilyt on otettu huomioon jo suunnitteluvaiheessa. Toisin sanoen suunnitteluvaiheessa on suunniteltu myös jo todellinen asennus. Tämä tuo toki lisää haasteita suunnitteluun, sillä suunnittelijan on mietittävä entistä tarkemmin toteutusvaihetta (Metsola, 2009, 10–13).

Tietomallipohjaisen suunnittelun avulla pystytään myös helposti toteuttamaan erilaisia laskentoja. Tarkat 3D-mallit tuotetietoinen mahdollistavat entistä tarkemmat määrälaskennat. Kun ennen piti sähkökuvista erotella itse esimerkiksi kuivan tilan ja kostean tilan kojeet, niin tietomallipohjaisessa suunnittelussa saadaan määräluetteloihin kojeet suoraan valmistajineen ja tyyppineen (Metsola, 2009, 10–13).

4.2 Historia ja kehitys

Perinteisen 2D-suunnittelun rinnalla on tehty 3D-suunnittelua jo vuodesta 1960 lähtien. Tätä 3D-suunnittelua ei kuitenkaan voida nimittää BIM-malliksi, sillä näiden 3D-mallien tarkoitus on ollut vain muodon kuvaaminen visualisointi- ja havainnollistamistarkoituksessa. Varsinaisesta BIM-mallista voidaan puhua vasta, kun 3D-malliin on liitetty myös rakennukseen ja sen osiin liittyvää tietoa (Penttilä, 2009).

Suomessa tietomallintamisen tutkiminen on alkanut jo 1980-luvulla. Vuosina 1980–1990 tuotemallintamisen tutkimista suoritti Valtion teknillinen tutkimuskeskus ja myöhemmin 1990-luvulla teknologian kehittämiskeskus TEKES. Viimeisen 10 vuoden aikana kehitys on edennyt hurjasti, kun tietomallien, tiedonsiirron ja ohjelmistojen kehitys on siirtynyt tutkimuslaitoksista käytännön suunnittelu- ja rakennushankkeisiin (Penttilä, 2009).

BIM on käsitteenä tullut käyttöön vuosien 2003–2004 aikana, kun tätä ennen puhuttiin tuote- ja tietomallintamisesta. Kansainvälisen BIM-toiminnan kehittämisessä on suuresti mukana Building Smart -organisaatio. Suomessa toimii sen alaosasto Building Smart Finland, joka taas tekee kotimaista kehitystyötä ja toimii yhdessä muun muassa Teknologian tutkimuskeskus VTT:n kanssa (Penttilä, 2009).

4.3 Tulevaisuus

Tulevaisuudessa tietomallipohjainen suunnittelu on syrjäyttämässä perinteistä 2D-suunnittelua. Esimerkiksi Senaatti-kiinteistöt on vaatinut projekteissaan IFC-standardin mukaisia malleja jo vuodesta 2007 lähtien. Senaatti-kiinteistöt myös julkaisivat vuonna 2007 tietomallivaatimukset. Näitä vaatimuksia päivitettiin vuosina 2011–2012 COBIM hankkeen muodossa. Hankkeen tuloksena valmistuivat päivitetty Yleiset tietomallivaatimukset 2012, jotka julkaistiin maaliskuussa 2012. Hanke toteutettiin yhteistyössä Senaatti-kiinteistöjen, johtavien suunnittelutoimistojen, kiinteistön omistajien ja urakoitsijoiden kanssa (Rakennustieto, 2012).

Yleisissä tietomallivaatimuksissa kerrotaan, että tarve vaatimuksille on tullut rakennus-
alalla nopeasti kasvavasta tietomallintamisen käytöstä. Tämä kertoo siitä, että tietomal-
lipohjaisen suunnittelun eteen tehdään kehitystyötä aktiivisesti ja että tietomallipohjai-
nen suunnittelu tulee yleistymään huomattavasti muutaman seuraavan vuoden aikana
(Yleiset tietomallivaatimukset, 2012).

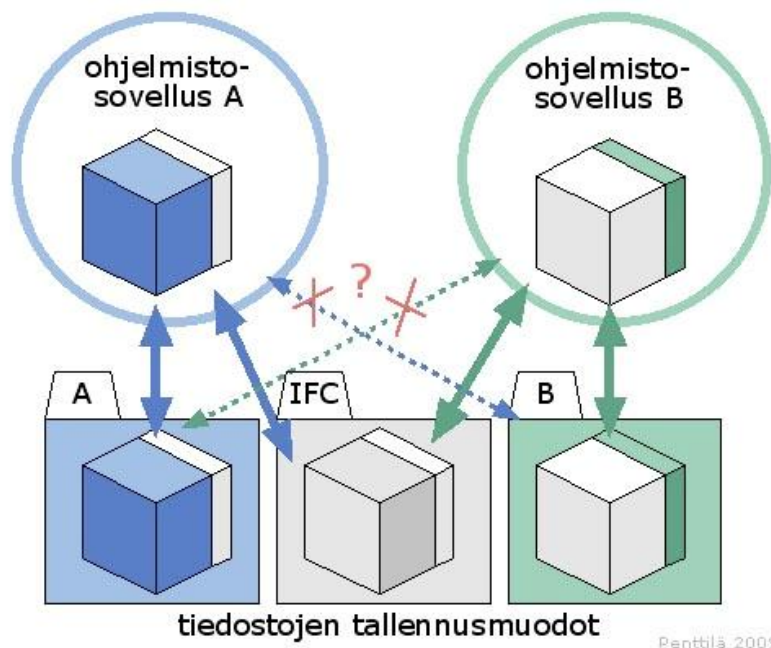
5 IFC-STANDARDI

5.1 Yleistä

IFC-standardi (Industry Foundation Classes) on kansainvälinen tiedonsiirtostandardi, jota käytetään tietomallien määrittämiseen. IFC on kehitetty pääasiassa rakennusten tietomallien kuvaamiseen, vaikka tietomallilla voitaisiin yleisesti kuvata monenlaisia asioita ja prosesseja (Pato, 2009, 8–9).

IFC pyrkii tuomaan ratkaisuja tiedonsiirto ongelmiin eri osapuolien sekä heidän tietokonesovellusten välille rakentamiseen ja kiinteistöjen ylläpitoon liittyen. Aiemmin ongelmia on aiheuttanut se, että sovellukset ovat keskenään yhteensopimattomia tai että tiedonsiirto onnistuu vain dokumenttitiedon tasolla. Tämä tarkoittaa sitä, että vaikka eri sovellusten välillä onnistutaan siirtämään piirustustietoa esimerkiksi DXF- tai DWG -muodossa, ei tuotetietoja pystytä silti hyödyntämään eri sovellusten välillä (Karstila & Serén, 2002).

IFC-tallennusmuotoa voidaanakin kutsua neutraaliksi ja ohjelmistoriippumattomaksi tallennusmuodoksi. Digitaalisessa tallentamisessa tieto tallentuu parhaiten ohjelman omassa tallennusmuodossaan. Tallennettaessa tietoa johonkin muuhun, kuin ohjelman omaan tallennusmuotoon, häviää aina jotakin tietoa ja tieto on hieman eri sisällöistä. Sama koskee myös IFC-tallennusta. Näin ollen onkin järkevää tallentaa ja säilyttää aina myös ohjelman omalla tallennusmuodolla tallennettu malli. Kuvassa 3 on esitetty kahden ohjelmistosovelluksen välistä tiedonsiirtoa IFC:n avulla (Penttilä, 2009).



KUVA 3. Kahden ohjelmiston välinen tiedonsiirto IFC:n avulla (Penttilä, 2009)

Rakentamisen tiedonsiirrossa pyritään siihen, että rakennuksesta olisi koko elinkaaren ajalta saatavilla rakennuksen tuotetiedot jatkuvasti täydentyvästä elinkaaritietokannasta. Sovellusten olisi tarkoitus olla keskenään yhteensopivia, jotta kukin sovellus voisi hyödyntää toisten sovellusten tuottamia tuotetietoja sekä tehdä omat päivityksensä tuotetietoihin muiden tuotetietoja hyväksikäyttäen (Karstila & Serén, 2002).

5.2 Kehitys

IFC:n kehitys on tapahtunut asteittain. Ensimmäinen julkaistu IFC-versio oli IFC Release 1.5.1 joka julkaistiin jo vuonna 1998. Seuraava IFC-versio oli IFC Release 2.0, joka julkaistiin keväällä 1999. Tähän versioon tuli lisää laajuutta etenkin arkkitehtisuunnittelun, LVI-suunnittelun ja kiinteistönpidon osalta. Vuonna 2000 julkaistiin versio IFC 2x. Tähän versioon tuli parannuksia ainakin mallin kommentoinnin ja katselmoinnin osalta. Myös rakennetta muutettiin aiempaa johdonmukaisemmaksi. IFC 2x2 julkaistiin vuonna 2003. Tämä versio lisäsi huomattavasti kattavuutta etenkin sähkö-, LVI- ja rakennesuunnittelun osalta. (Isotalo, 2010, 18–19).

Nykyään käytössä oleva versio on IFC 2x3, jota suurin osa nykypäivän suunnitteluohjelmistoista käyttää. Myös Yleiset tietomallivaatimukset 2012 vaatii julkisissa hankkeissa käytettävien ohjelmistojen olevan vähintään IFC 2x3 sertifioituja. (YTV, 2012).

6 MAGICAD ELECTRICAL- JA CADS PLANNER ELECTRIC 15 - SÄHKÖSUUNNITTELUOHJELMISTOT

6.1 Yleistä

Tässä työssä vertailtiin MagiCAD Electrical ja CADS Planner Electric 15 - suunnitteluohjelmistoja ja tutkittiin niiden soveltumista Elomaticin talosähkösuunnittelun työkaluksi. Elomatic käyttää MagiCAD Heating & Piping -ohjelmistoa LVI-suunnittelussa. CADS Planner Electric 15 on taas käytössä Elomaticin Jyväskylän toimistolla piirikaaviosuunnittelussa. Käyttökokemuksista on etua myös talosähkösuunnittelussa, sillä etenkin ongelma- ja tukitilanteissa voidaan apua saada oman talon sisältä.

Ohjelmien vertailussa perehdyttiin ohjelmien ominaisuuksien tutkimiseen, eikä otettu kantaa muihin ohjelmistojen valintaan vaikuttaviin asioihin. Ohjelmiston valintaan vaikuttaa etenkin asiakkaan tarpeet ja vaatimukset. Ohjelmiston täytyy olla sellainen, että se täyttää asiakkaan vaatimukset. Valintaan vaikuttaa myös se, onko resursseissa mahdollisesti henkilöitä, jotka hallitsevat ohjelmiston käytön jo ennestään. Lisenssien hinnat vaikuttavat myös osaltaan valintaan.

6.2 MagiCAD Electrical

MagiCAD on ohjelmistotalo Progman Oy:n kehittämä monipuolinen talotekniikan suunnitteluohjelmisto. MagiCAD on tehty toimimaan AutoCADin päällä. Ensimmäinen MagiCAD versio on julkaistu vuonna 1998. Nykyään MagiCAD lisenssejä on myyty jo yli 10000 kappaletta (MagiCAD Electrical, 2012).

MagiCADista on saatavana sovelluksia muun muassa ilmastoinnin suunnitteluun, sprinklerijärjestelmän suunnitteluun, jäähdytys- ja lämmityslaskentaan, piirikaavio- sekä sähkösuunnitteluun. Tässä työssä tutkittiin sähkösuunnitteluun tarkoitettua MagiCAD Electrical -ohjelmiston versiota 2011.11 (MagiCAD Electrical, 2012).

MagiCAD Electrical on tarkoitettu sähkö-, data-, ja telejärjestelmien suunnitteluun ja piirtoon. Ohjelmisto lukee ja tuottaa DWG-, DXF- ja PDF -tiedostoja sekä on kansain-

välisesti sertifioitu IFC 2x3 -standardin osalta. Yleiset Tietomallivaatimukset 2012 vaatii IFC 2x3 sertifiointia tietomallipohjaisessa suunnittelussa käytettävältä ohjelmistolta, eli näin ollen MagiCAD täyttää tämän vaatimuksen (MagiCAD Electrical, 2012).

6.3 CADS Planner Electric 15

CADS Planner on kotimaisen ohjelmistotalo Kydata Oy:n kehittämä suunnitteluohjelmisto. Kydata Oy on perustettu vuonna 1979 ja se on kehittänyt CADS Planner -ohjelmia yli 20 vuotta. CADS Plannerista on saatavissa ohjelmistoja sähkö- ja automaatio-suunnitteluun, LVIA-suunnitteluun sekä arkkitehti- ja rakennesuunnitteluun (CADS Planner, 2012).

Tässä työssä käytettiin sähkö- ja automaatio-suunnitteluun sekä dokumentointiin tarkoitettua CADS Planner Electric 15 -ohjelmistoa. Ohjelmisto soveltuu rakennussähkö-suunnitteluun, teollisuussähkö- ja automaatio-suunnitteluun, keskusten layout -suunnitteluun sekä jakeluverkkosuunnitteluun. Ohjelmisto lukee ja tuottaa DRW-, DWG-, DXF- ja PDF -tiedostoja. Ohjelmisto on myös kansainvälisesti sertifioitu IFC 2x3 -standardin osalta (CADS Planner, 2012).

CADS Planner Electric -ohjelmiston kolmitasoiseen tuoteperheeseen kuuluu Lite, Standard ja Pro käyttötasot. Tuoteperheen eri käyttötasojen sisältöä on esitetty alla olevassa kuvassa 4 (CADS Planner, 2012).

CADS Planner Electric		
LITE	STANDARD	PRO
Piirikaaviot Taulukot Keskuskaaviot Tasopiirustukset	Piirikaaviot Taulukot Keskuskaaviot Tasopiirustukset Keskuslayout	Piirikaaviot Taulukot Keskuskaaviot Tasopiirustukset Keskuslayout DB-tietokantajärjestelmä BSS (Building System Schemas)

KUVA 4. CADS Planner Electric:n käyttötasot (CADS Planner, 2012)

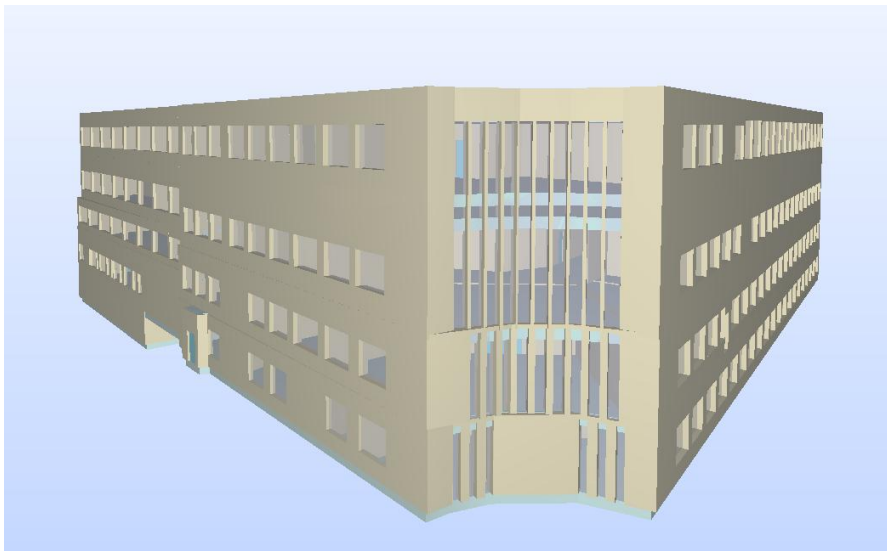
6.4 MagiCAD Electrical- ja CADS Planner Electric 15 -ohjelmistojen vertailu

6.4.1 Vertailun toteutus

MagiCAD Electrical- ja CADS Planner Electric 15 -ohjelmistojen välinen vertailu toteutettiin tekemällä samanlaiset sähködokumentoinnit molemmilla ohjelmistoilla. Vertailussa huomioitiin yleiset piirto-ominaisuudet, määräluetteloiden laadinnat, keskuskaaviotoiminnot, linkitykset toisiin ohjelmistoihin, 3D-ominaisuudet, IFC-ominaisuudet sekä muun muassa tuotetietojen lisäämiset symboleille.

Vertailussa tehtiin Elomaticin pääkonttorirakennuksen, eli niin sanotun Valkoisen Talon SIA & IT -osaston vanhat sähködokumentit uudelleen. Rakennuksen arkkitehtikuva löytyi sähköisenä ja tätä käytettiin viitekuvana sähkökuvien uudelleen piirtämisessä. Sähkökuvista löytyi myös vanha tasopiirustus sähköisenä DWG-muodossa, jonka avulla piirrettiin sähkökuvat uudelleen. Tämä vanha tasopiirustus oli tosin puutteellinen ja siitä puuttui lähes kaikki kaapelikanavat sekä -hyllyt. Sähkökuvista löytyi myös paperiset versiot, jotka olivat paremmin ajan tasalla.

Koko Valkoisesta Talosta oli luotu myös rakennuksen IFC-malli. Molemmilla ohjelmistoilla laadituista sähkökuvista luotiin sähköjärjestelmien IFC-mallit jotka yhdistettiin rakennuksen malliin. Tulevaisuudessa olisi tavoitteena luoda koko Valkoisesta Talosta täydellinen IFC-malli sisältäen sähköjärjestelmien lisäksi myös muut talotekniset järjestelmät. Valkoisesta Talosta luotu IFC-malli on esitetty alla olevassa kuvassa 5.



KUVA 5. Valkoisen Talon IFC-malli

Vertailussa tutkittiin myös linkityksiä DIALux-valaistuslaskentaohjelmaan. Luvussa 9.3.1 on kerrottu tarkemmin DIALux-valaistuslaskentaohjelmasta sekä sen linkityksistä MagiCAD- ja CADS Planner -ohjelmistoihin.

6.4.2 Arkkitehtikuvan tuonti ja muokkaaminen

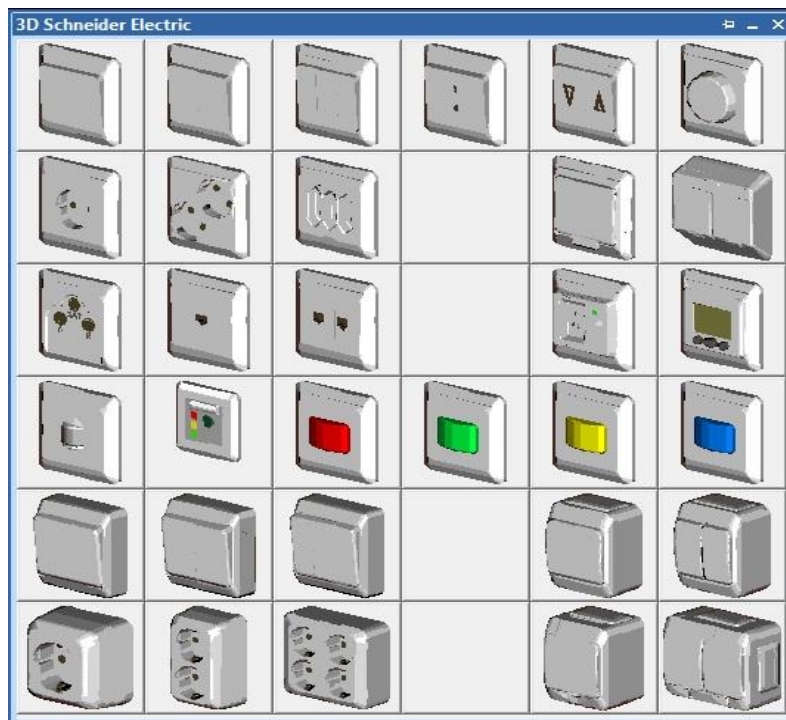
Kummassakin ohjelmistossa työskentely aloitettiin luomalla uusi projekti. Tämän jälkeen ohjelmistoihin ladattiin arkkitehtikuvat viitekuvina ja siivottiin niistä tasopiirustusten kannalta tarpeettomia elementtejä pois. Kun arkkitehtikuva tuodaan viitekuvaksi tasopiirustukseen, muutetaan myös sen värit yleensä harmaaksi.

MagiCAD Electrical -ohjelmistossa avataan ensin arkkitehtikuva ja muutetaan sen väritykset käyttämällä Drawing Cleaning Utility -toimintoa. Seuraavaksi arkkitehtikuvasta sammutetaan halutut tasot ja poistetaan tarpeettomia elementtejä. Tämän jälkeen kuva tallennetaan ja ladataan se varsinaisen tasopiirustuksen viitekuvaksi.

CADS Planner -ohjelmistossa arkkitehtikuvan väritykset voi muuttaa automaattisesti viitekuvaa ladatessa tasopiirustukseen. Ohjelmistossa on muunnostiedosto, joka muuttaa DWG- tai DXF -muotoisen arkkitehtikuvan värit automaattisesti.

6.4.3 Symbolikirjastot ja symboleiden tuonti

Molemmista ohjelmistoista löytyy kaikki perinteiset 2D-symbolit. Symboleiden teko onnistuu myös suhteellisen helposti. 3D-symboleista ei ole kummassakaan ohjelmistossa valmiina kovin kattavia kirjastoja. Molemmista ohjelmistoista löytyy muutaman eri valaisinvalmistajan 3D-symbolikirjasto. Tämän lisäksi CADS Planner -ohjelmistosta löytyy myös Schneider Electricin sähkökalusteista pieni symbolikirjasto, joka on esitetty myös alla olevassa kuvassa 6. MagiCAD-ohjelmistosta löytyy paljon 3D-symboleita sellaisille tuotteille, joita ei Suomessa ole käytössä ollenkaan.

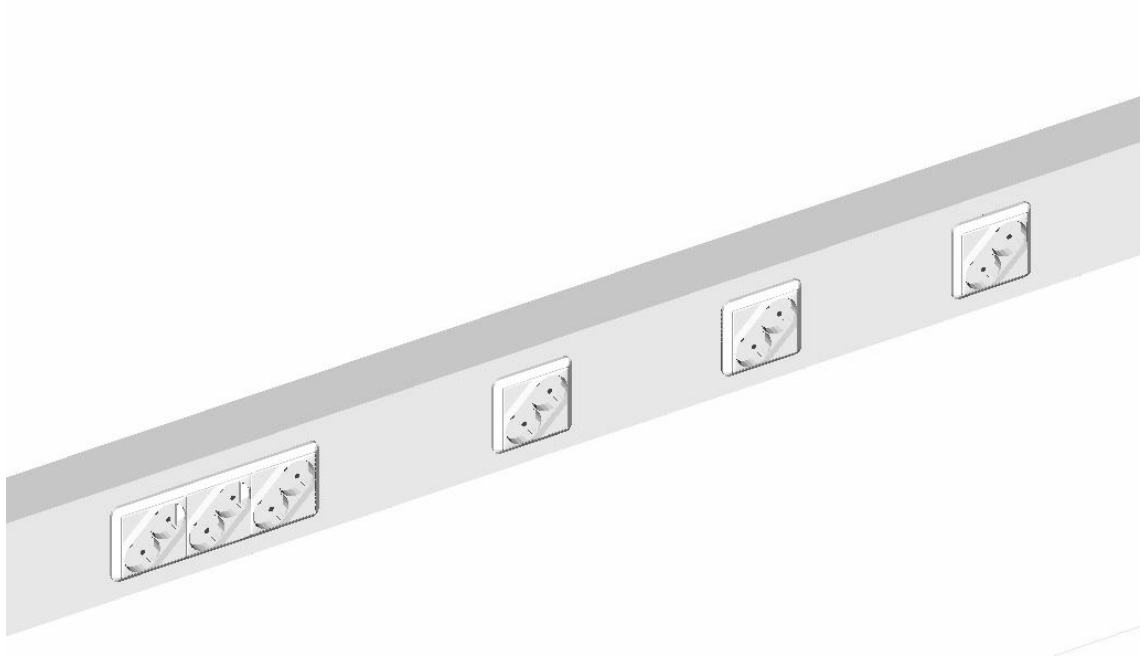


KUVA 6. Schneider Electricin 3D-symbolit

MagiCADissa on sijoitettava 3D-symboli erikseen sen jälkeen, kun 2D-symboli on sijoitettu. CADS Plannerissa puolestaan 3D-symboli sijoittuu automaattisesti oikealle paikalleen 3D-osien generoinnin jälkeen. 3D-osien generoinnista kerrotaan lisää luvussa 6.5.6.

CADS Plannerissa pystyy luomaan useasta vierekkäisestä 3D-symbolista yhden ryhmän. Alla olevassa kuvassa 7 on kolmesta vierekkäisestä pistorasiasta luotu 3-osainen pistorasiaryhmä. Näiden pistorasioiden 2D-symbolit tallennettiin symbolipaketiksi Omat Symbolipaketit -valikkoon. Tämän jälkeen voitiin koko pistorasiaryhmä tuoda kerralla tasopiirustukseen niin, että myös 3D-symbolit tulivat kuviin valmiina pisto-

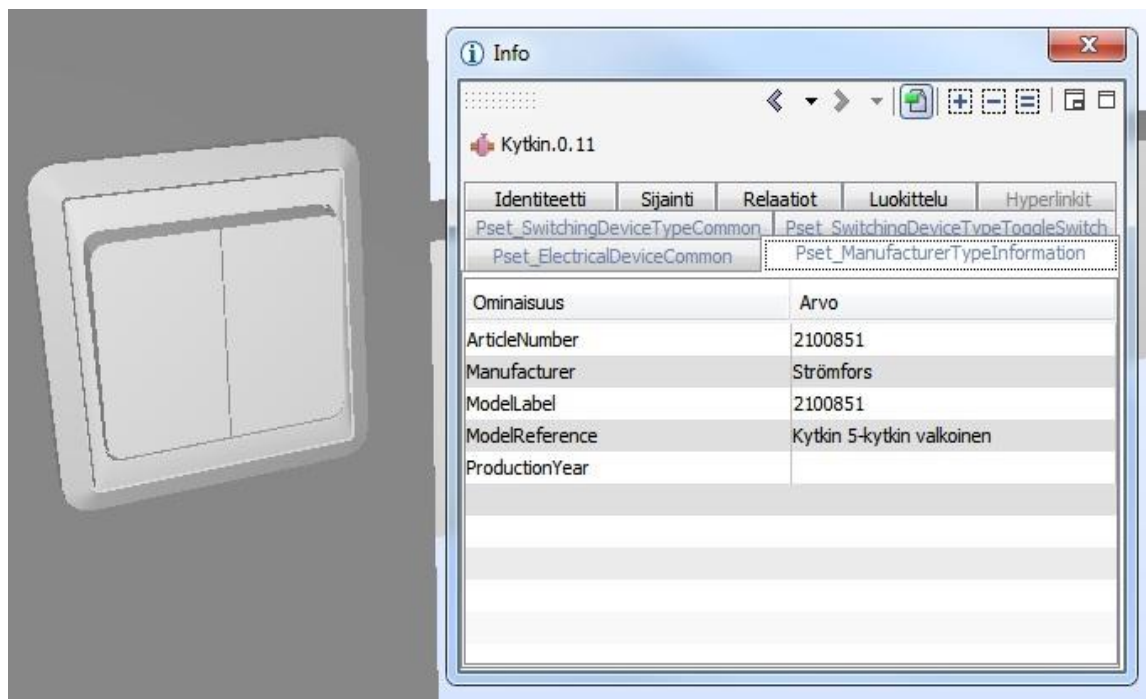
rasiaryhmänä. Symbolipaketin mukana tulee myös tuotetiedot, mikäli ne on lisätty symboleille ennen symbolipaketin tallentamista. Tuotetietojen lisäämisestä kerrotaan lisää luvussa 6.5.5.



KUVA 7. Kolmesta pistorasiasta muodostettu pistorasiaryhmä

6.4.4 Tuotetietojen lisääminen

Sähkösymboleille lisättiin myös tuotetiedot. Tuotetiedot voivat sisältää tuotteen valmistajan, tyyppin, kotelointiluokan ja esimerkiksi sähkönumeron. Tuotetietojen avulla pystytään laatimaan entistä tarkempia määräluetteloita automaattisesti. Nämä tiedot siirtyvät myös IFC-malliin. Näin ollen IFC-mallista nähdään suoraan halutun symbolin tuotetiedot. Kuvassa 8 on Solibri Model Viewer nimisellä IFC-mallin katseluohjelmalla avattu kytkimen tuotetietoikkuna.



KUVA 8. Solibri Model Viewerin tuotetietoikkuna

MagiCADissa tuotetietojen syöttäminen tehdään täyttämällä symbolin ominaisuuksista tuotetiedoille varatut tyhjät kentät. Valmiita tuotetietoja sisältäviä symboleita ei ole, eikä myöskään tuotetiedoista löydy valmiita tietokantoja.

CADS Plannerista löytyy tuotetietojen lisäämistä varten laajat tietokannat. Tuotetietoja etsiessä valitaan käytettävä tietokanta. Valittavissa on muun muassa ABB:n, Enston, Elektroskandian sekä Sähkönumerot.fi:n tietokannat. Tuotetietojen etsimistä on pyritty helpottamaan lukuisilla suodattimilla. Tietokannasta voi etsiä tuotetietoja esimerkiksi sähkönumeron perusteella.

CADS Plannerissa voi symbolille lisätä myös useita tuotetietoja. Tämän avulla saadaan luotua tarkempia määräluetteloita, kun esimerkiksi 3-osaiseen pistorasiaryhmään voidaan liittää myös 3-osainen peitelevy.

CADS Plannerissa on myös mahdollisuus tarkastella symbolille lisättyjä tuotetietoja Internetistä. Symbolista löytyy Tuotetiedot Internetissä -toiminto, mikäli sille on lisätty tuotetiedot. Tämä toiminto avaa sähkönumerot.fi -sivustolta kyseisen tuotteen tuotetietokortin. Alla olevassa kuvassa 9 on esitetty Schneider Electricin Artic pistorasian tuotetietokortti.

KUVA 9. Pistorasian tuotetietokortti (sähkönumerot.fi)

6.4.5 Määräluettelot

Molemmissa ohjelmistoissa saa luotua lukuisia erilaisia määräluetteloita. Luetteloita voi luoda esimerkiksi kaapeleista, lämmittimistä, valaisimista tai mistä vaan haluamistaan elementeistä. Luetteloita voi myös muokata monella eri tavalla helposti. Luetteloihin listattavat asiat voi itse määrittää sekä myös listoissa näkyvien sarakkeiden otsikoita voi muuttaa. Alla olevassa kuvassa 10 on esitetty MagiCADilla luotu kaapeliluettelo, johon on listattu kaapeleiden numerot, tyypit, yhteispituudet sekä lukumäärät.

Numero	Tyyppi	Yhteispituus (m)	Lukumäärä
	MMJ 3x1,5 S	432.0	105
	MMJ 3x2,5 S	894.6	138
	MMJ 3x1,5 N	22.0	6
	MMJ 5x1,5 S	9.6	2
	MMJ 5x1,5 N	4.1	1
	KLMA 4x0,8+0,8	27.7	7
	2xCAT6 FTP 4P	1348.8	43

KUVA 10. MagiCADilla luotu kaapeliluettelo

MagiCADissa luettelot avautuvat yllä olevassa kuvassa 10 näkyvään ikkunaan. Tämän jälkeen luettelo voidaan kopioida leikepöydälle, josta se pystytään liittämään esimerkiksi Microsoft Exceliin tai muuhun vastaavaan ohjelmaan. Liitteessä 1 on esitetty MagiCAD-ohjelmistolla luotu kaapeliluettelo sekä johtotieraportti.

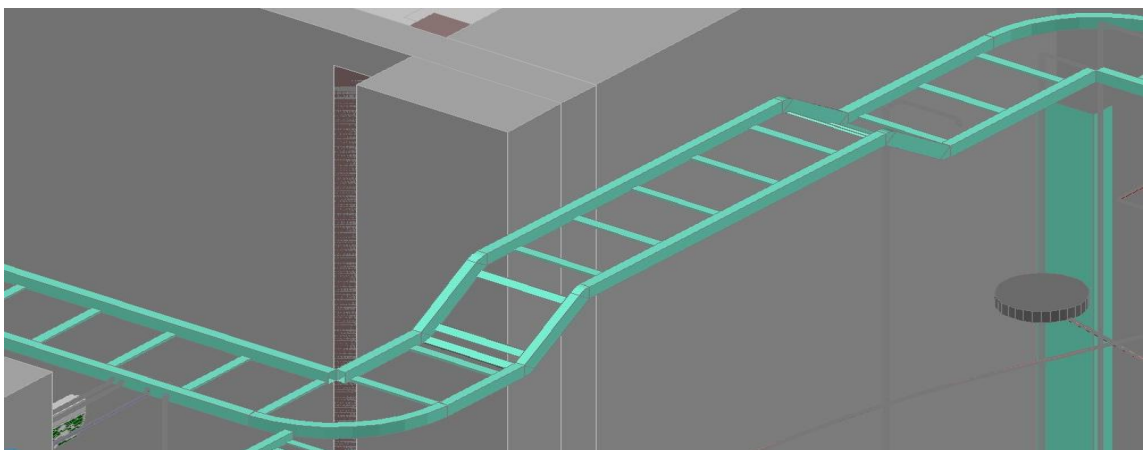
CADS Plannerissa on mahdollista tehdä määräluettelot ohjelmassa omalle pohjalle tai viedä luettelot Excelliin. Luetteloihin pystyy lisäämään myös tuotteita suoraan tuotetietokannasta. Tämä on hyödyllistä esimerkiksi silloin, kun tarvikeluetteloihin halutaan liittää sellaisia asennustarvikkeita, joita ei tasokuvaan voida liittää. CADS Plannerilla luotu laiteraportti on esitetty liitteessä 2.

6.4.6 3D-ominaisuudet

Molemmissa ohjelmistoissa siirtyminen 2D-näkymästä 3D-näkymään onnistuu helposti. MagiCADissa tämä tapahtuu suoraan näkymää muuttamalla. CADS Plannerissa on koko kuvalle tehtävä ensin 3D-osien generointi.

3D-osien generoinnissa määritellään, mitkä 2D-elementit generoidaan kuvaan. Generoinnin jälkeen voidaan muuttaa 3D-osien näkyvyyttä. Esimerkiksi kaapelit on hyvä jättää pois näkyvistä, kun tarkastellaan 3D-mallia. Kuvaan ei pysty juurikaan tekemään muutoksia 3D-näkymässä. Ainoastaan 3D-symboleiden siirtäminen ja poistaminen ovat sallittuja. Kaikki muutokset on tehtävä 2D-näkymässä ja muutosten jälkeen on 3D-generointi tehtävä aina uudelleen.

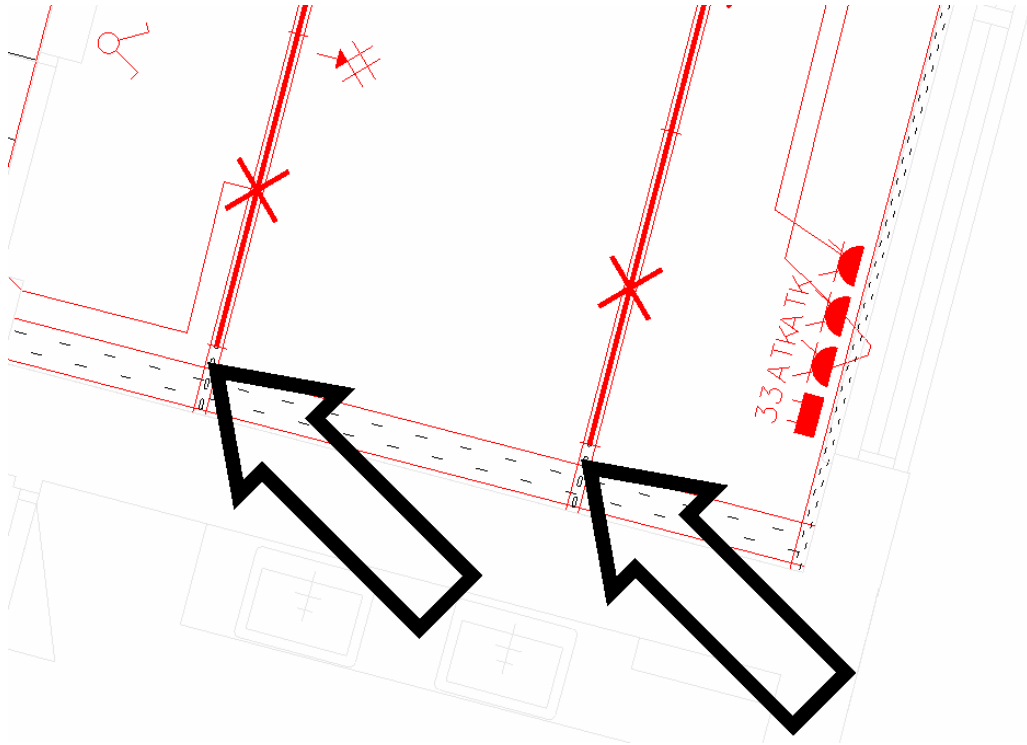
MagiCADissa ei tarvitse tehdä erillistä generointia ja kaikki muutokset ovat mahdollisia myös 3D-näkymässä. Tämä nopeuttaa etenkin elementtien asennuskorkeuksien muutosten tekemistä, sillä tehty muutos nähdään suoraan 3D-näkymässä. Alla olevassa kuvassa 11 on tehty kaapelihyllyn korotus 3D-näkymässä.



KUVA 11. Kaapelihyllyn asennuskorkeuden muutos 3D-näkymässä

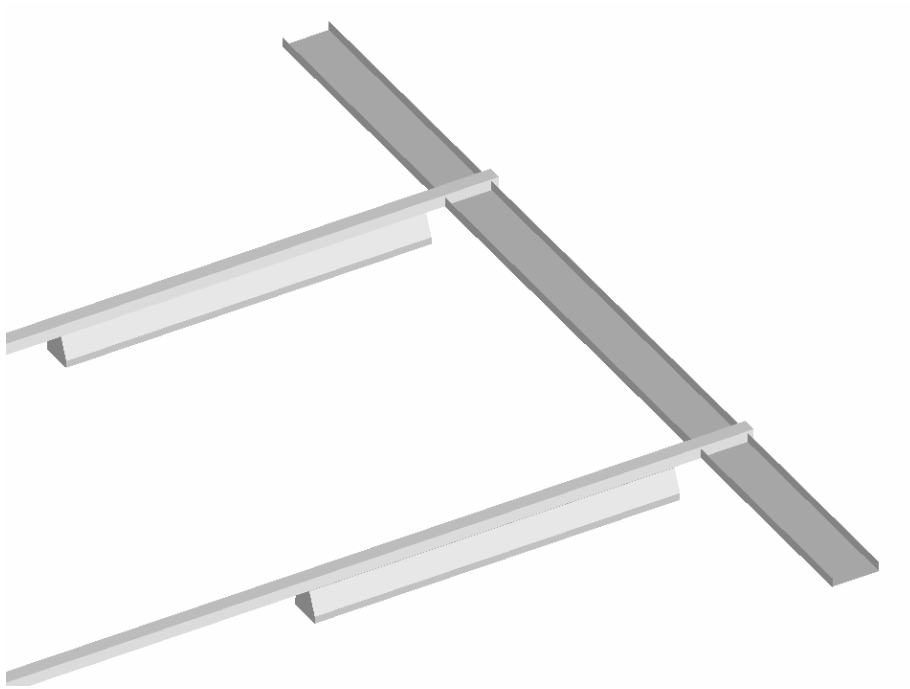
6.4.7 Törmäystarkastelut

Yksi tietomallipohjaisen suunnittelun tärkeimpiä ominaisuuksia on törmäystarkastelut. Niiden avulla voidaan automaattisesti havaita elementtien törmäyskohdat. Ohjelmat ilmoittavat mahdolliset törmäilyt valittujen elementtien välillä. Kuvassa 12 on esitetty törmäystarkastelun ilmoittama törmäyskohta kaapelihihlyllyn ja valaisinripustuskiskon välillä.



KUVA 12. CADS Plannerin törmäystarkastelu

Kun yllä olevan kuvan 12 kohtaa tarkastellaan CADS Plannerin 3D-näkymästä, havaitaan törmäilykohta paremmin. Tämä on myös esitetty kuvassa 13. Mikäli törmäilyn välttämiseksi päätetään laskea kaapelihihlyllyn asennuskorkeutta, on siirryttävä 2D-näkymään. Kaapelihihlyllyjen osalta on ajettava 3D-generointi uudelleen sen jälkeen, kun kaapelihihlyllyn asennuskorkeus on muutettu. Vasta tämän jälkeen voidaan siirtyä tarkastelemaan kohtaa uudelleen 3D-näkymästä. MagiCADissa korkeuden muutoksen voi puolestaan tehdä suoraan 3D-näkymässä ja korkeuden muutos päivittyy kuvaan välittömästi.



KUVA 13. Törmäystarkastelun ilmoittama törmäilykohta 3D-näkymässä

6.4.8 IFC-ominaisuudet

Valkoisesta Talosta oli aiemmin luotu rakennuksen IFC-malli. Tähän malliin yhdistettiin myös Valkoisen Talon sähköosaston sähköjärjestelmät. IFC-vienti onnistui molemmilla ohjelmistoilla helposti ja nopeasti. Liitteessä 3 on esitetty molemmilla ohjelmilla luodut IFC-mallit.

MagiCADissa on mahdollista valita, luodaanko sähköjärjestelmistä oma IFC-tiedosto vai liitetäänkö ne suoraan olemassa olevaan malliin. Kaikilla IFC-katseluohjelmilla ei ole mahdollista tarkastella päällekkäisiä malleja samanaikaisesti. Mikäli siis sähköjärjestelmistä luodaan oma IFC-tiedosto, ei tätä päästä välttämättä tarkastelemaan päällekkäin rakennuksen IFC-mallin kanssa. Jos taas sähköjärjestelmät vietään rakennuksen IFC-malliin, luo ohjelma niin sanotun yhdistelmämallin. Tämä yksi IFC-tiedosto sisältää sekä rakennuksen että myös sähköjärjestelmien mallin. Tätä yhdistelmämallia päästään tarkastelemaan myös kaikilla IFC-katseluohjelmilla.

CADS Plannerista ei pysty viemään sähköjärjestelmiä olemassa olevaan IFC-tiedostoon, vaan sähköjärjestelmistä on aina luotava oma IFC-tiedosto. Jos sähköjärjes-

telmien mallia haluaa tarkastella päällekkäin rakennuksen mallin kanssa, on IFC-katseluohjelmassa oltava mahdollisuus avata useampi IFC-tiedosto päällekkäin.

MagiCADilla ei pysty avaamaan IFC-tiedostoja, eli ohjelmistossa ei ole niin sanottua IFC-tuonti ominaisuutta. CADS Plannerissa on IFC-tuonti ominaisuus ja ohjelmistolla pystyy avaamaan myös useita IFC-malleja päällekkäin. Tämän avulla voidaan suoraan ohjelmistossa tarkastella sähköjärjestelmistä luotua IFC-mallia.

7 DOKUMENTINHALLINTAJÄRJESTELMÄT

7.1 Yleistä

Suunnitteludokumentinhallinta ilman tarkoitukseen suunniteltua hallintajärjestelmää johtaa yrityksissä monenlaisiin ongelmiin. Työntekijät voivat joutua turvautumaan työkavereiden apuun löytääkseen jonkun tietyn dokumentin. Tämä kuluttaa tehokasta työaikaa ja heikentää tehokkuutta. Joskus dokumentteja saatetaan luoda uudelleen, ellei alkuperäistä dokumenttia löydetä helposti. Tämä taas johtaa siihen, että samasta dokumentista on useita eri versioita eikä tiedetä, mikä versio on viimeisin (Viitala, 2010, 4)

Dokumentinhallintajärjestelmien tarkoituksena on helpottaa dokumentointia ja valvoa dokumenttien koko elinkaarta. Dokumentinhallintajärjestelmät helpottavat ja nopeuttavat yrityksen tiedonkulkua ja käyttäjien tiedonhakua. Dokumentinhallintajärjestelmät tuovat myös kustannussäästöjä vähenevän paperinkulutuksen ansiosta (Viitala, 2010, 6).

Dokumentinhallintajärjestelmät parantavat siis dokumenttien säilytystä, mutta ne tarjoavat myös paremman tietoturvan normaaliin tiedostonhallintaan verrattuna. Tietoturvaa tehostaa muun muassa dokumentinhallintajärjestelmän oikeuksien hallinta. Dokumentinhallintajärjestelmässä voidaan tarkasti määritellä kenellä on oikeus tiettyyn dokumenttiin ja mitä kukin voi dokumentille tehdä. (Kangas, 2008, 9; Viitala, 2010, 8.)

Dokumentin suora avaus dokumentinhallintajärjestelmässä poistaa turhia välivaiheita ja nopeuttaa työskentelyä. Järjestelmä varmistaa myös, ettei samaa dokumenttia pääse käsittelemään kuin yksi henkilö kerrallaan. Tällä estetään dokumentin päällekkäiset muokkaukset. (Kangas, 2008, 9; Viitala, 2010, 8–9.)

Versionhallinta on myös dokumentinhallintajärjestelmien tärkeä ominaisuus. Kun dokumenttiin tehdään muutoksia, tulee uudesta versiosta pääversio, mutta myös kaikki vanhat versiot ovat tallessa. Vanhat versiot voidaan tarvittaessa palauttaa myös pääversioksi (Viitala, 2010, 9).

Erilaisia dokumentinhallintajärjestelmiä on tarjolla useita. Luvussa 7.2 kerrotaan Eloquentin kehittämästä EloDoc-dokumenttienhallintajärjestelmästä. Suomessa yleisesti

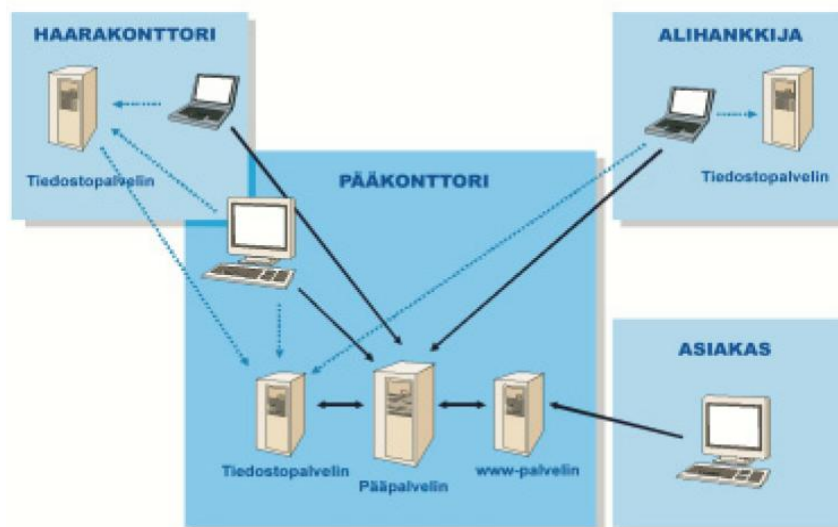
käytössä olevia muita dokumentinhallintajärjestelmiä on muun muassa BlueCielo Kronodoc sekä kiinteistön ylläpidon ja rakentamisen dokumenttienhallintaan kehitetty Buildercom.

7.2 EloDoc

EloDoc on Elomaticin kehittämä dokumenttienhallintajärjestelmä. Sovellus on tarkoitettu projektin dokumenttien ylläpitoon koko projektin elinkaaren ajan, aina esisuunnittelusta projektin ylläpitoon asti. EloDoc on ollut käytössä vuodesta 1999 lähtien ja sitä on käytetty yli sadassa projektissa. (EloDoc-Dokumentinhallintajärjestelmä, 2009; Härkönen, 2010, 6.)

Dokumenttien hakeminen on helppoa lukuisten eri luokittelujen ja järjestelyjen avulla. EloDoc on mahdollista linkittää myös ulkoisiin järjestelmiin kuten esimerkiksi suunnittelu- ja ylläpitojärjestelmiin. (EloDoc-Dokumenttienhallintajärjestelmä, 2009; Härkönen, 2010, 6.)

Asiakkaalla on reaaliaikainen pääsy projektidokumentteihin. Näin ollen asiakas voi helposti seurata projektin etenemistä. Tämä nopeuttaa myös kommunikointia, kommentointia, hyväksyntää ja näin ollen koko projektin etenemistä. Myös turhilta dokumentti-toimituksilta vältytään. Alla olevassa kuvassa 14 on esitetty EloDocin rakenne (EloDoc-Dokumentinhallintajärjestelmä, 2009).



KUVA 14. EloDocin rakenne (EloDoc-Dokumentinhallintajärjestelmä, 2009)

EloDocissa voi dokumentteja etsiä monella eri tavalla. Hakua voi myös rajata hakemalla toisella hakuehdolla haun tuloksista. Haku on myös mahdollista tallentaa seuraavia hakukertoja varten. EloDocissa on myös versionhallinta ominaisuus. Vanhat versiot jäävät talteen dokumentin päivityksen jälkeen ja niihin on myös mahdollista päästä käsiksi (Härkönen, 2010, 7).

Dokumentti on mahdollista kuitata ulos. Tämän jälkeen muut käyttäjät eivät pääse käsiksi kyseiseen dokumenttiin. Kun dokumenttiin on tehty halutut muutokset, voidaan se kuitata takaisin sisään, jolloin se on taas kaikkien käyttäjien käytettävissä. EloDocissa on myös muita lukuisia toimintoja (Härkönen, 2010, 7).

EloDoc on tehokas työkalu dokumenttienhallintaan. Sen avulla voidaan helposti tehostaa suunnitteluprojektien dokumentointia. Elomatic myös toimittaa tarvittaessa EloDoc-järjestelmän tietokantoinen osana suunnitteluprojektin toimitusaineistoa (EloDoc-Dokumentinhallintajärjestelmä, 2009).

8 LASKENTAOHJELMAT

8.1 Yleistä

Suunnittelun tueksi on kehitetty lukuisia määriä erilaisia laskentaohjelmia. Näiden avulla saadaan luotettavia laskelmia ja analyyseja nopeasti ja tehokkaasti. Tässä työssä on esitelty muutamia eri tarpeisiin kehitettyjä laskentaohjelmia.

8.2 Oikosulku- ja verkostolaskentaohjelmat

Sähköalan standardit edellyttävät, että sähköverkkoa suunniteltaessa varmistetaan laskemalla standardin edellyttämien suojausvaatimusten täyttyminen. Laskemalla tulee selvittää muun muassa oikosulkuvirtojen riittävyys syötön automaattisen poiskytkennän varmistamiseksi, kaapeleiden riittävä kuormitettavuus, suojalaitteiden oikosulkuvirran katkaisukyky, jännitteen alenemat sekä suojauskesityksen selektiivisyys (Tiainen, 2008, 13).

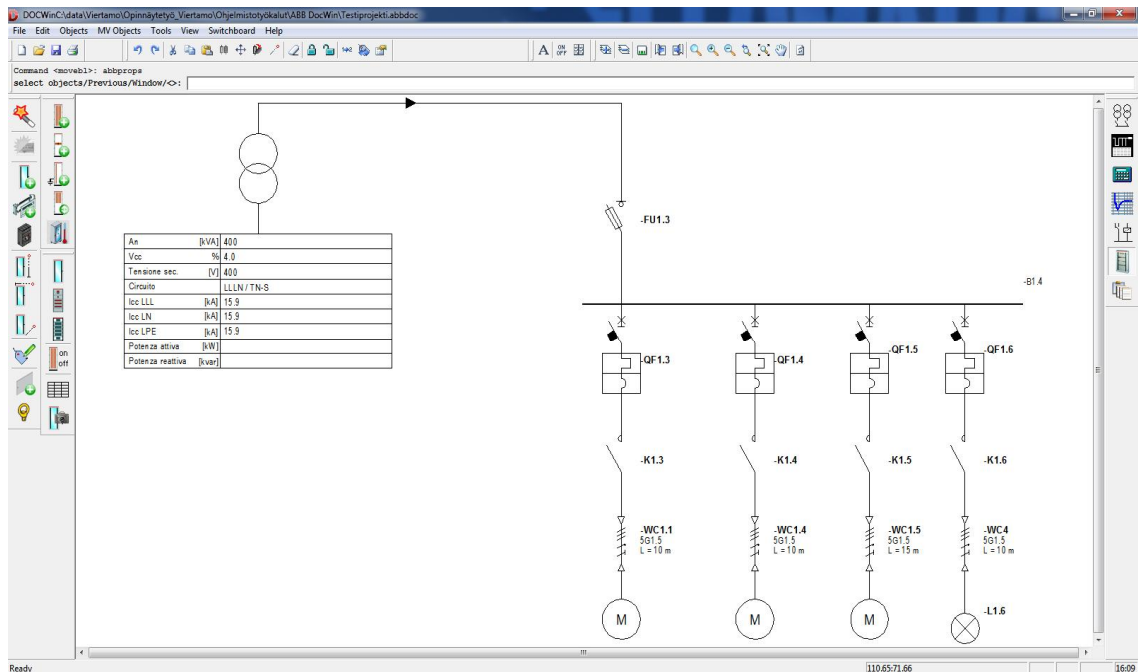
Laskentoja helpottamaan on kehitetty monia verkostolaskentaohjelmia. Ohjelmien avulla pystyy helposti ja nopeasti luomaan havainnollisia ja luotettavia laskentoja. Ohjelmissa on valittavissa eri valmistajien todellisia tuotteita ja näin ollen laskennat perustuvatkin valmistajakohtaisiin suojalaitteiden toiminta-arvoihin. Suunnittelun kannalta suuri etu saavutetaan jo sillä, ettei toiminta-arvoja tarvitse hakea itse eri valmistajien suojalaitteiden manuaaleista.

Verkostolaskentaohjelmat eivät auta pelkästään vain mitoituksessa vaan ne ovat myös suurena apuna dokumentoinnissa. Ohjelmista voidaan tulostaa suoraan erilaisia kaavoita ja analyyseja, kuten esimerkiksi selektiivisyysanalyyseja.

8.2.1 ABB DOC 2.0

ABB DOC 2.0 on ABB:n kehittämä laskentaohjelma. Sillä pystytään laskemaan pien- ja keskijännitepiirien mitoitusvirrat, oikosulkuvirrat, jännitteen alenemat ja valitsemaan piiriin sopivat suojalaitteet. Sen avulla saadaan piirrettyä myös pääkaavioita ja tarvitta-

essa kopioida näitä CAD-kuviin. Ohjelmasta saa myös tulostettua erilaisia luetteloita ja laskelmia. Alla olevassa kuvassa 15 on esitetty DOC-ohjelman näkymä. DOC-ohjelmalla luotu pääkaavio on esitetty liitteessä 4. Liitteissä 5 ja 6 on esitetty DOC-ohjelmalla tulostettu kaapeliluettelo sekä suojausraportti.



KUVA 15. DOC-ohjelman näkymä

Piirien luominen onnistuu ohjelmalla helposti valikoista löytyvien komponenttien avulla. Ohjelmasta löytyy myös valmiita makroja esimerkiksi erilaisista moottorilähdöistä. Komponenttien tyyppejä ja arvoja pääsee muokkaamaan sen jälkeen, kun symboli on tuotu kuvaan. Ensimmäisen komponentin lisäyksen yhteydessä ohjelma kysyy syöttävän verkon tietoja. Syöttävän verkon valintaikkuna on esitetty myös kuvassa 16.

The screenshot shows the 'Proprieta' generali d'impianto' (General Properties of the Plant) window. It is divided into several sections for configuring an electrical system:

- Circuito:** Four radio buttons select the circuit type: BT Utility, Utility trafo MT-BT, MT Utility, and Generator. Each has a corresponding schematic diagram.
 - BT Utility:** Shows a voltage source $V - I_{cc}$ and a switch labeled 'bt'. The I_{cc} value is set to 6 [kA].
 - Utility trafo MT-BT:** Shows a transformer symbol with parameters: 1 trafo, A_n 400 [kVA], and V_{cc} 4 [%].
 - MT Utility:** Shows a voltage source $V - I_{cc}$ and a switch labeled 'MT'. Parameters include V 15000 [V], I_{cc} 12.5 [kA], I_{lo} 50 [A], and a 'Neutral balanced' dropdown.
 - Generator:** Shows a generator symbol G and a switch. The voltage V is set to 400 [V].
- Block:** A dropdown menu set to '<default>'. Below it, 'Livello bt' is set to 400 [V], LLLN, TN-S, and 50 [Hz].
- Consumption:** Fields for P [kW], Q [kvar], I [A], and $\cos \phi_n$.
- Protection and Standards:**
 - 'In FFFN circuits prefer circuit breakers' is set to 4P.
 - 'In FN circuits prefer circuit breakers' is set to 1P+N.
 - 'Industrial use (IEC 60947-2)' is selected.
 - 'Automatic optimization of neutral' is checked.
 - 'Computations according to' is IEC 60909-1.
 - 'Cable dimensioning according to' is CEI 64-8.
 - 'Temperature' settings: Ambient 30 [°C], Inside the switchboards 40 [°C].
 - 'People protection' settings: Max contact voltage 50 [V], Max tripping time 0.4 [s], Resistenza di terra (R_t) 1 [Ω].
 - 'Select automatically' is unchecked. 'Modular CB' is 63 [A] and 'Molded case CB' is 800 [A].
- Buttons:** 'Fewer options <<<', 'Squadrature', 'Preferences...', 'OK', and 'Annulla'.

KUVA 16. Syöttävän verkon valintaikkuna

Kun piiri on saatu valmiiksi, voidaan suorittaa laskenta. Laskenta suoritetaan yhdellä komennolla. Laskennan yhteydessä ohjelma pyytää käyttäjää varmistamaan oletusarvot sekä kysyy käyttäjältä mahdolliset puuttuvat tiedot. Haluttaessa ohjelma valitsee automaattisesti suojalaitteet suojattaville kojeille. Ohjelma mitoittaa myös automaattisesti muuntajat, kaapelit sekä kokoomakiskot. Ohjelma laskee haluttaessa myös pienimmät, suurimmat, symmetriset ja epäsymmetriset vikavirrat verkon jokaisessa solmupisteessä (DOC User Manual).

Ohjelma laskee pienimmät ja suurimmat oikosulkuvirrat standardiin IEC 60909-1 perustuen, standardiin IEC 61363-1 perustuen tai symmetristen komponenttien menetelmällä. Standardi IEC 60909-1 koskee oikosulkuvirtojen laskemista kolmivaiheisessa vaihtojänniteverkossa, jonka nimellijännite on alle 380 kV ja taajuus 50 Hz tai 60 Hz. Standardi IEC 61363-1 puolestaan koskee laivojen ja liikkuvien merilaitureiden asennuksien oikosulkuvirtojen laskentaa (DOC User Manual).

ABB DOC 2.0 on hyvä työkalu piirien standardien mukaiseen mitoituksen ja tarkastukseen. Valittavissa komponenteissa on ainoastaan ABB:n valmistamia tuotteita. Tämä luo omat rajoitteensa ohjelman käytölle, etenkin jos asiakas haluaa käytettävän jonkun tietyn valmistajan tuotteita.

8.2.2 FebDok

FebDok on Norjalaisen Nelfon kehittämä laskentaohjelma, joka on tarkoitettu sähköverkkojen mitoittamiseen ja dokumentointiin. Ohjelmaa on käytetty Norjassa jo yli 15 vuotta ja sen lisenssejä on siellä myyty yli 10000 kappaletta (Sandström, 2008, 12–13).

FebDokilla pystytään tekemään sähkölaitteiston mitoitus helposti ja voimassa olevien standardien vaatimusten mukaisesti. Ohjelman avulla pystytään myös varmistamaan suojauksen toimivuus. FebDokin laskennat perustuvat suojalaitteiden valmistajakohtaisiin toiminta-arvoihin. Ohjelmasta löytyykin eri valmistajien yli 20000 suojalaitetyypin tiedot (Sandström, 2008, 12–13).

Ohjelman avulla pystytään laskemaan oikosulku- ja vikavirrat sekä kosketusjännitteet ja jännitteen alenemat. Ohjelmalla voidaan mitoittaa myös kaapelit, kiskostot sekä suojalaitteet. Ohjelman avulla onnistuu myös dokumentointi helposti ja sillä voidaankin tulostaa muun muassa johtokaaviot, selektiivisyysanalyysit sekä kaapeli- ja suojalaiteluettelot (Sandström, 2008, 12–13).

FebDok on monipuolinen työkalu sähköverkkojen mitoitukseen ja dokumentointiin. Ohjelman käyttö on myös nopea oppia. Laajojen tuotekirjastojen avulla voidaan piirit mitoittaa valmistajien todellisten suojalaitteiden toiminta-arvojen mukaan. Rajoitteen ohjelman käytölle tuo se, että FebDokilla ei voida mitoittaa keskijänniteverkkoja, vaan se soveltuu ainoastaan pienjänniteverkkojen mitoitukseen.

8.3 Valaistuslaskentaohjelmat

Oikein suunniteltu valaistus lisää tilan käytön mukavuutta, viihtyisyyttä sekä turvallisuutta ja on lisäksi energiatehokas. Valaistuksen suunnitteluun on kehitetty valaistuksen

laskentaohjelmia, jotka helpottavat huomattavasti valaistussuunnittelua. Niiden avulla on helppo suunnitella juuri tiettyyn tilaan oikea ja tarpeenmukainen valaistus (Energiatehokas valaistus, 2008).

Valaistussuunnittelussa on tärkeää selvittää aluksi valontarve. Tähän vaikuttaa oleellisesti tilan käyttötarkoitus. Keinovalon tarpeeseen vaikuttaa myös tilan luonnonvalon määrä sekä käytettävät pintamateriaalit. Kun nämä asiat ovat selvillä, pystytään valaistuslaskentaohjelmien avulla luomaan helposti ja nopeasti luotettavia valaistussuunnitelmia (Energiatehokas valaistus, 2008).

Valaistuslaskentaohjelmilla voi tilan mallintamisen jälkeen vaihdella pintamateriaaleja, lisätä kalusteita sekä säätää luonnonvalon määrää. Ohjelmiin voi myös ladata valaisintietokantoja valmistajien kotisivuilta. Näistä tietokannoista voi sijoittaa laskentaan haluttuja valaisimia, joiden teknisiä tietoja ohjelmat hyödyntävät valaistuslaskennoissaan (Energiatehokas valaistus, 2008).

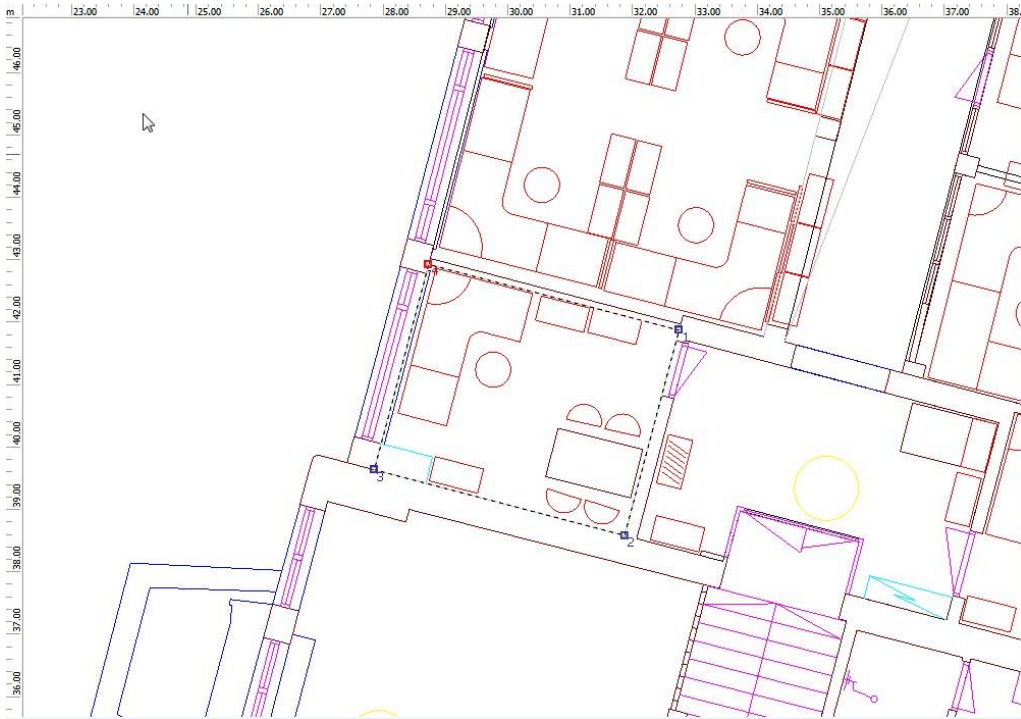
Erilaisia valaistuslaskentaohjelmia on tarjolla useita ja monella valaisinvalmistajalla on myös oma valaistuslaskentaohjelma. Yleisimmin käytössä oleva valaistuslaskentaohjelma on DIALux, josta on kerrottu seuraavassa luvussa 8.3.1. Muita yleisiä valaistuslaskentaohjelmia on muun muassa OxyTechin LITESTAR ja Glamoxin Optiwin.

8.3.1 DIALux

DIALux on saksalaisen DIAL GmbH:n kehittämä valaistuslaskentaohjelma. Dialuxilla onnistuu monipuolisetkin valaistussuunnittelut. Ohjelman avulla pystytään helposti ja nopeasti selvittämään haluttuun tilaan tarvittava valaisinmäärä. Ohjelmalla onnistuu sisä-, tie- ja aluevalaistussuunnittelu. DIALuxiin löytyy myös paljon valaisintietokantoja eri valaisinvalmistajien verkkosivuilta.

DIALuxin aloitussivulta valitaan millainen laskentaprojekti halutaan luoda. Vaihtoehtoina on sisä-, ulko- tai katuprojekti. Valittavissa on myös Dialux-avustajia, joiden avulla onnistuu helppo pika-laskenta (Harsia, 2010).

Varsinainen suunnittelu aloitetaan luomalla uusi tila projektiin. Ohjelmaan pystyy tuomaan pohjalle DWG- tai DXF -tiedoston, jonka päälle on helppo luoda haluttu tila. Kuvassa 17 on tuotu pohjalle DWG-muodossa ollut Elomaticin Valkoisen Talon toisen kerroksen arkkitehtikuva, jonka yhdestä toimistohuoneesta luotiin uusi tila.



KUVA 17. Tilan luonti DWG-kuvan päälle

Tilan luonnin jälkeen voidaan määrittää tilan valaistukseen vaikuttavia tekijöitä, kuten värit, pintamateriaalit sekä heijastamissuhteet. Tilaan voidaan sijoittaa myös ovia, ikkunoita sekä huonekaluja.

Tilaan voidaan valita käytettävät valaisimet ja sijoittaa ne paikoilleen. Valaisimia voi sijoittaa yksitellen tai ryhmänä. Ohjelma voi lisäksi määrittää valaisimien määrän ja sijoituspaikat halutun valaistusvoimakkuuden perusteella. Valaisimien valintaa varten on DIALuxiin saatavana runsaasti eri valaisinvalmistajien tietokantoja, joista käytettävät valaisimet voidaan valita.

Valaisimien sijoittamisen jälkeen voidaan tilasta suorittaa laskenta. Laskennan suorittamisen jälkeen avautuu tilan 3D-malli, jossa näkyy myös todellinen valaistustilanne. Alla olevassa kuvassa 18 on mallinnus toimistohuoneesta luodusta tilasta.



KUVA 18. Toimistohuoneesta tehty mallinnus

DIALuxista on saatavissa lukuisia määriä erilaisia laskentatuloksia. Koko projektista pystyy tulostamaan myös kerralla koko valaistussuunnitelman. DIALuxin valaistuslaskennan tulokset, yhteenveto sekä valaisinluettelo on esitetty liitteissä 7–9.

Laskennan jälkeen DIALuxista voidaan viedä tietoja myös sähkösuunnitteluohjelmalla laadittuun tasopiirustukseen. MagiCADin tasopiirustukseen voidaan tuoda DIALuxilla määritetyt valaisimien sijoituspisteet. Tämän jälkeen valaisimet on siirrettävä DIALuxin ilmoittamille sijoituspaikoille. Mikäli MagiCADista löytyy samat valaisimet kuin DIALuxilla määritetyt ovat, niin valaisimien tyypit siirtyvät myös DIALuxista MagiCADiin.

Cads Plannerin tasopiirustukseen voi puolestaan ladata DIALuxista valaisimet tietoi-neen oikeille paikoille sijoitettuna. Tämän lisäksi Cads Plannerin tasopiirustukseen voidaan ladata myös valonjakokäyrät. Alla olevassa kuvassa 19 on tuotu yhden toimis-tohuoneen valaisimet tasopiirustukseen.



KUVA 19. Tasopiirustukseen tuodut valaisimet

DIALux on erittäin monipuolinen ja kattava työkalu valaistuksen suunnittelun. Sen avulla saa laadittua erittäin tarkkoja suunnitelmia. Linkitykset eri sähkösuunnitteluohjelmiin tehostavat suunnittelua. Ohjelma on myös helppokäyttöinen ja sen perustoiminnot oppii nopeasti.

8.4 Saattolämmityslaskentaohjelmat

Putkistojen saattolämmityksillä pyritään korvaamaan energia, joka siirtyy putkesta ympäristöön. Sopivan saattolämmityskaapelin valintaan vaikuttavat hyvin monet asiat (Itsesäätyvien saattolämmitysjärjestelmien valintaopas, 2004).

Kaapelin valintaan vaikuttavat muun muassa lämpötilat. Lämmitystä laskettaessa pitää tietää putkessa virtaavan aineen haluttu ylläpitolämpötila sekä alin ympäristön lämpötila. Lämmityskaapelia valittaessa pitää myös huomioida maksimilämpötila, jolle kaapeli voi altistua. Tämä on oleellinen asia, jos putkistoja puhdistetaan esimerkiksi höyrypuhaltamalla (Itsesäätyvien saattolämmitysjärjestelmien valintaopas, 2004).

Lämpökaapelin valintaan vaikuttaa myös putken tyyppi. Putkesta pitää tietää materiaali, halkaisija, pituus sekä putken eristeen materiaali ja paksuus. Lämpökaapelin oikeaa pituutta varten ei riitä pelkästään putken pituus vaan tähän vaikuttaa myös venttiilien

tyyppi ja lukumäärä, putkien kannattimien tyyppi ja lukumäärä sekä lämpökaapelin kiinnitystapa (Itsesäätyvien saattolämmitysjärjestelmien valintaopas, 2004).

Saattolämmityskaapeleita voi mitoittaa käsin laskemalla. Lämmityskaapeleiden valmistajilla on mitoitusta auttavia valintataulukoita ja valmistajien edustajat myös monesti auttavat valinnassa tarvittaessa. Saattolämmityslaskentaa varten on kehitetty myös laskentaohjelmia, joilla saa lämpökaapelit mitoitettua tarkasti ja nopeasti. Yksi tällainen ohjelma on Tyco Thermal Controlsin kehittämä TraceCalc Pro 2, josta on kerrottu tarkemmin seuraavassa luvussa 8.4.1.

8.4.1 TraceCalc Pro 2

TraceCalc Pro 2 on Tyco Thermal Controlsin kehittämä saattolämmityskaapeleiden mitoitus- ja laskentaohjelma. Ohjelman avulla pystyy suunnittelemaan helposti sulanapito- ja lämpötilan ylläpitojärjestelmiä normaalialueille tai räjähdysvaarallisiin tiloihin. Ohjelman avulla pystyy laatimaan helposti täydellisen materiaaliluettelon, yhteenvedon suunnitelmasta sekä monipuoliset laskelmat joista selviää muun muassa putken lämpöhäviöt, piirien lukumäärät, sähkökuormat, enimmäislämpötilat ja lämpökaapeleiden sekä komponenttien valintasuosituksot säätö- ja valvontalaitteineen (Itsesäätyvien saattolämmitysjärjestelmien valintaopas, 2004).

Ohjelman käyttöliittymä on monipuolinen ja selkeä. Näkymän vasemmalla reunalla näkyy koko ajan projektipuu, josta näkee koko projektin putket. Näkymän alalaidassa näkyy laskentatulokset projektipuusta valitulle putkelle. Näkymän oikealla puolella on puolestaan suunnitteluikkuna, josta annetaan varsinaiset mitoitusarvot laskennalle. Kuvassa 20 on esitetty TraceCalc Pro 2:n perusnäky.

KUVA 20. TraceCalc Pro 2 perusnäkö (Hyvönen, 2007)

Suunnitteluikkunassa määritellään kaikki tiedot, jotka vaikuttavat saattolämmityskaapelin valintaan. Määritettävissä on muun muassa ympäristön tiedot, putken ja eristeen tiedot, putkessa virtaavan nesteen tiedot sekä sähkön syöttöön liittyvät tiedot. Suunnitteluikkunassa voidaan määrittää myös lämmityskaapelin ohjausmuoto, lämmityskaapeliin liittyvät komponentit sekä käytetyn kaapelin tyyppi.

Laskenta voidaan suorittaa joko yksittäiselle putkelle tai mahdollisesti useammille putkille yhtä aikaa. Näkymän alalaidassa olevaan tulosikkunaan tulee laskennan jälkeen yhteenveto lasketusta piiristä. Mikäli laskenta on onnistunut, tulee näyttöön vihreä teksti OK. Tämä näkyy myös kuvassa 21. Jos laskennan suorittamisessa on ilmennyt ongelmia, ilmestyy tulosikkunaan teksti WARNING ja selitys mahdollisesta epäkohdasta piirissä. Kuvassa 22 on piiriä suojaava sulake liian pieni. Ohjelmasta tulostettu osaluettelo on esitetty liitteessä 10. Ohjelmasta saadut laskentatulokset on esitetty liitteessä 11.

OK

Pipe Data:		Heater Data:		Electrical Data:	
Heat Loss:	14,1 W/m	Catalog No.:	5BTV2-CT	Pipe Segment Oper. Load:	1,75 kW
		Power Output:	17,7 W/m		
Total Heater Length:	89,90 m	Trace Ratio:	1,00	Circuit Operating Load:	1,75 kW
for Piping:	75,00 m	Cable Set Qty:	1	Circuit Operating Current:	6,8 A
for Valves [3]:	2,22 m	Sheath Temp.:	85 °C (T-rating)	Circuit CB Current:	12,7 A
for Supports [15]:	10,65 m	Max. Circuit Length:	111 m	Circuit Length:	87,9 m
for Flanges [0]:	0,00 m	Min. Controlled Pipe:	5 °C (nominal)		
for Drains/Vents [0]:	0,00 m	Max. Controlled Pipe:	5 °C (nominal)		
for Misc.:	0,00 m	Uncontrolled Pipe:	65 °C (maximum)		
for Terminations:	2,00 m	Contact Temp.:	N/A °C		
				Revised:	08.05.2012

Kuva 21. Onnistunut laskentatuloste

WARNING

W1030: Multiple circuits created.

Pipe Data:		Heater Data:		Electrical Data:	
Heat Loss:	14,1 W/m	Catalog No.:	5BTV2-CT	Pipe Segment Oper. Load:	1,75 kW
		Power Output:	17,7 W/m		
Total Heater Length:	91,90 m	Trace Ratio:	1,00	Circuit Operating Load:	0,88 kW
for Piping:	75,00 m	Cable Set Qty:	2	Circuit Operating Current:	3,4 A
for Valves [3]:	2,22 m	Sheath Temp.:	85 °C (T-rating)	Circuit CB Current:	6,4 A
for Supports [15]:	10,65 m	Max. Circuit Length:	69 m	Circuit Length:	44,0 m
for Flanges [0]:	0,00 m	Min. Controlled Pipe:	5 °C (nominal)		
for Drains/Vents [0]:	0,00 m	Max. Controlled Pipe:	5 °C (nominal)		
for Misc.:	0,00 m	Uncontrolled Pipe:	65 °C (maximum)		
for Terminations:	4,00 m	Contact Temp.:	N/A °C		
				Revised:	08.05.2012

Kuva 22. Epäkohta laskennassa.

TraceCalc Pro 2 on hyvä työkalu saattolämmitysten mitoittamiseen. Sen avulla saadaan luotua tarkkoja laskelmia lämmitettävistä putkistoista. Ohjelman avulla saadaan myös tulostettua monipuolisia analyyseja sekä tarvikeluetteloita. Tyco Thermal Controls edustaa Raychemin saattolämmityskaapeleita. Tämän vuoksi ohjelman lämmityskaapelitarjonta rajoittuu vain Raychemin tuotteisiin, mikä luo omat rajoitteensa ohjelman käytölle.

9 LOPPUPÄÄTELMÄT

Työn aikana havaittiin, että MagiCAD- ja CADS Planner -sähkösuunnitteluohjelmien itsenäinen opiskelu vaatii paljon aikaa. Täysi hyöty ohjelmistoista saavutetaan suunnitteluprojekteissa vasta, kun ohjelmien käytöstä on kunnolla kokemusta. Myös tietomallipohjaisen suunnittelun opettelu vaatii huomattavan paljon aikaa ja perehtymistä asiaan.

Molemmat ohjelmistot soveltuvat talosähköprojektien suunnitteluun erinomaisesti. Lisäksi molemmilla ohjelmistoilla voidaan tehdä tehokkaasti tietomallipohjaista sähkösuunnittelua. Erilaisten määräluetteloiden sekä keskuskaavioiden laadinta onnistuu myös molemmilla ohjelmilla helposti.

Perusominaisuuksissa oli pieniä eroavaisuuksia ohjelmien välillä. CADS Plannerilla 3D-sähkökuvien tekeminen oli helpompaa kuin MagiCADilla, sillä 3D-kuvat muodostuivat automaattisesti 2D-kuvasta generoinnilla. MagiCADin 3D-sähkökuvan muokkaustoiminnot olivat puolestaan huomattavasti parempia kuin CADS Plannerin, sillä ne eivät vaatinut erillisiä generointeja välillä, vaan kaikki muutokset näkyivät suoraan 3D-näkymässä välittömästi. 3D-symboleita oli CADS Plannerista jonkin verran enemmän, mutta silti molemmissa ohjelmissa melko suppeasti.

IFC-ominaisuuksissa oli myös pieniä eroavaisuuksia, mutta IFC-mallin luominen onnistui silti helposti molemmilla ohjelmistoilla. MagiCADilla pystyi IFC-mallin viemään olemassa olevaan IFC-tiedostoon. CADS Plannerissa oli puolestaan IFC:n katselumahdollisuus.

Suurin eroavaisuus ohjelmien välillä oli tuotetietojen lisäämisessä. MagiCADissa ei ollut lainkaan tuotetietokirjastoja vaan kaikki tuotetiedot oli syötettävä symboleille käsin. CADS Plannerissa puolestaan oli todella kattavat tietokannat eri tuotetiedoista. Lisäksi ohjelmasta oli linkitys sähkönumerot.fi -sivuston tuotetietokortteihin.

Perinteisen 2D-suunnittelun osalta ei ole merkittäviä eroavaisuuksia ohjelmistojen välillä. Tulevaisuudessa tietomallipohjainen sähkösuunnittelu tulee yleistymään huomattavasti ja tähän tarkoitukseen CADS Planner on selkeästi tehokkaampi ohjelmisto kuin MagiCAD. Molempia ohjelmistoja kehitetään jatkuvasti ja tietomallipohjaisen suunnit-

telun yleistyessä otetaan siihen liittyviä asioita varmasti tulevaisuudessa aiempaa enemmän huomioon kehitystyössä.

CADS Plannerin etuja MagiCADiin verrattuna lisää myös se, että se toimii omana ohjelmalla, kun taas MagiCAD toimii AutoCADin päällä. Tällöin AutoCADista olisi oltava aina viimeisin versio käytettävissä, jotta ohjelmasta saataisiin kaikki toiminnot käyttöön.

Riippumatta siitä kumpaa ohjelmistoa tulevaisuudessa tullaan käyttämään suunnittelu- projekteissa, on yrityksen sisällä tehtävä paljon koulutus- ja kehitystyötä tehokkuuden lisäämiseksi. Kummastakin ohjelmistosta on mahdollista räätälöidä tehokas työkalu Elomaticin talosähköprojektien suunnitteluun.

Dokumentinhallintajärjestelmiin ja laskentaohjelmiin oli alun perin tarkoitus perehtyä myös syvemmin, mutta koska MagiCADin ja CADS Plannerin välinen vertailu vei ajasta huomattavan ison osan, jäi perehtyminen hyvinkin pinnalliseksi.

Dokumentinhallintajärjestelmistä voidaan kuitenkin todeta, että ne helpottavat suuresti dokumentointia sekä dokumenttien jakelua yrityksissä. Elomaticin EloDoc-dokumenttienhallintajärjestelmä on tehokas työkalu projektin dokumenttien ylläpitoon. Etenkin dokumenttien hakeminen, muokkaaminen sekä versionhallinta onnistuvat EloDocissa helposti ja nopeasti.

Oikosulku- ja verkostolaskentaohjelmat auttavat huomattavasti piirien mitoittamisessa sekä dokumentoinnissa. DOC ja FebDok ovat molemmat monipuolisia ja tehokkaita laskentaohjelmia. DOC-ohjelman käyttöä rajoittaa se, että siinä on valittavissa vain ABB:n suojalaitteita, kun taas FebDokissa on käytettävissä monien eri valmistajien suojalaitteita.

Valaistuslaskentaohjelmista yleisimpänä käytössä oleva DIALux on monipuolinen valaistuslaskentaohjelma, joka soveltuu monenlaiseen valaistussuunnitteluun. DIALux on myös helppokäyttöinen ja sen toiminnot oppii nopeasti. DIALuxin ja sähkösuunnitteluohjelmistojen väliset linkitykset lisäävät myös suunnittelun tehokkuutta.

LÄHTEET

DOC User Manual, 2010. ABB DOC 2.0 käyttöohje.

CADS Planner, 2012. CADS Planner tuotteet. Luettu 19.3.2012.
<http://www.cads.fi/fi/Tuotteet/>

EloDoc-Dokumenttienhallintajärjestelmä, 2009. EloDoc esite. Luettu 18.5.2012.

Energiatehokas valaistus, 2008. Ensto Pro -koulutusaineisto. Luettu 7.5.2012.
<https://www.amk.fi/opintojaksot/0705016/1241588156090.html.stx>

Harsia, P, 11.1.2010. DIALux valaistuslaskentaohjelma versio 4.7. Tampereen ammattikorkeakoulu. Luentokalvot.

Hyvönen, P, 2009. TraceCalc Pro II. Elomatic SI-suunnitteluohjeet.

Härkönen, T, 2010. WWW-sovellusten toteutus Microsoftin teknologialla. Tietotekniikan koulutusohjelma. Turun ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Isotalo, O, 2010. Tietomallipohjaisen sähkösuunnittelun toteutus. Sähköisen talotekniikan koulutusohjelma. Tampereen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Itsesäätyvien saattolämmitysjärjestelmien valintaopas, 2004. Tyco Thermal Controls.
http://www.tycothermal.com/assets/europe/finnish/document/design%20guidelines/4647/doc-680_r0.pdf

Kangas, M, 2008. Dokumentinhallinta verkottuneessa teollisuusympäristössä. Tietotekniikan koulutusohjelma. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Diplomityö.

Karstila, K & Serén, K, 15.12.2002. Selvitys IFC –specifikaation tilanteesta. Luettu 21.4.2012.
http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/proit/julkiset_tulokset/proit_ifc_spesifikaatiot_selvitys.pdf

Kuitunen, J, 2007. 3D sähkösuunnittelu ja tietomallit. Sähkövoimatekniikan koulutusohjelma. Tampereen ammattikorkeakoulu. Tutkintotyö.

MagiCAD Electrical, 2012. MagiCAD sovellukset. Luettu 5.4.2012.
<http://www.magicad.com/fi/content/magicad-electrical>

Metsola, J, 2009. Tietomallipohjainen talotekniikkasuunnittelu on tullut jäädäkseen. CADS Partner asiakaslehti 1/2009.

Pato, J, 2009. Tiedonsiirtoa eri järjestelmien kesken. CADS Partner asiakaslehti 1/2009.

Penttilä, H, 7.4.2009. Mikä tekee projektista BIM -projektin? Luettu 2.5.2012.
http://www.mittaviiva.fi/hannu/BIM_project/index_bim_basics.html

Rakennustieto, 2012. Yleisten tietomallivaatimusten ohjeet julkaistu RT NET- ja LV NET -palveluissa. Luettu 27.4.2012.

https://www.rakennustieto.fi/index/ajankohtaista/tiedotteet/uutiset/artikkelit/tietomallivaatimukset_julkaistu.html.stx

Sähkönumerot.fi, 2012. Tuoteryhmät. Luettu 7.5.2012.

<http://www.sahkonumerot.fi/tuoteryhmat/>

Sanström, I, 2008. FebDok helpottaa sähköverkon mitoittamista. Sähköinfo-lehti 2/2008.

<http://www.sahkoinfo.fi/Download.ashx?type=1&id=2150>

Tiainen, E, 2008. Sähköverkon suojauksen laskenta. Sähköinfo-lehti 2/2008.

<http://www.sahkoinfo.fi/Download.ashx?type=1&id=2150>

Viitala, M, 2010. Dokumentinhallinta PK-yrityksessä. Tietotekniikan koulutusohjelma. Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

YTV, 2012. Yleiset tietomallivaatimukset. Luettu 2.5.2012.

http://www.buildingsmart.fi/files/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_1_yleinen_osuus.pdf

LIITTEET

Liite 1. Kaapeliluettelo ja johtotieraportti

Kaapeliluettelo

Tyyppi	Yhteispituus (m)	Lukumäärä
MMJ 3x1,5 S	462.7	114
MMJ 3x2,5 S	894.6	138
KLMA 4x0,8+0,8	27.7	7
2xCAT6 FTP 4P	1348.8	43
JAMAK 8x(2+1)x0,5	25.1	3
MHS 5x2x0,5	117.5	16

Johtotieraportti

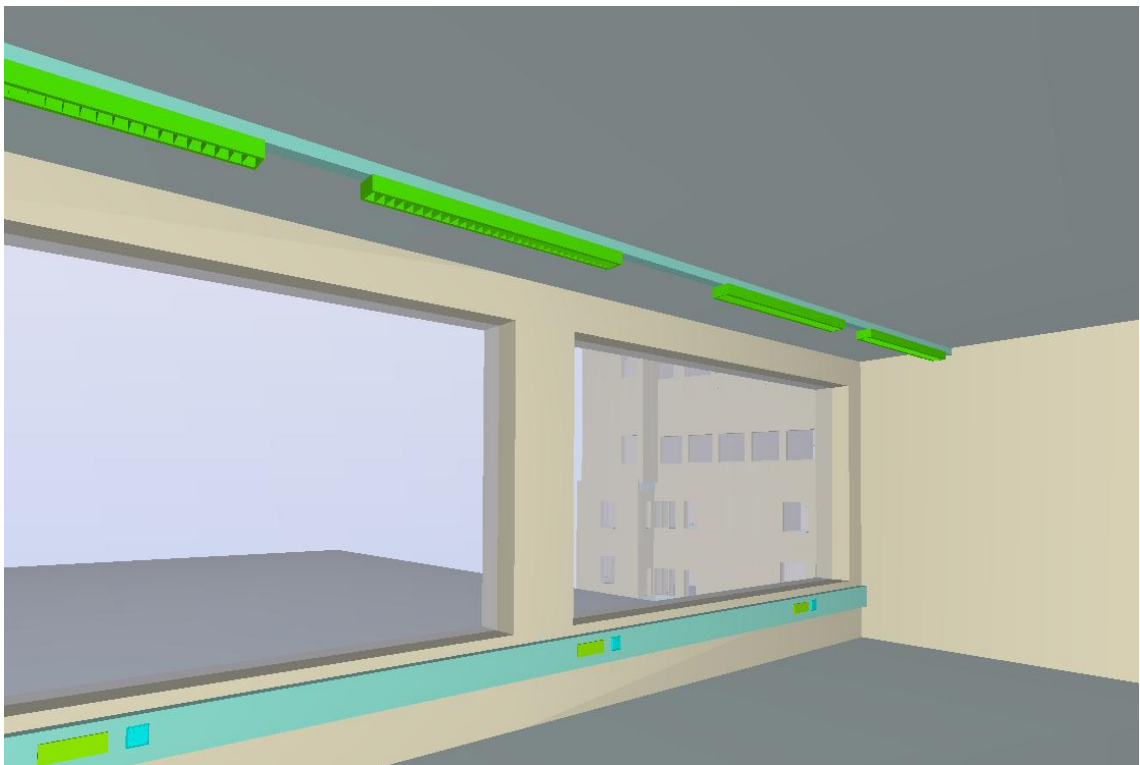
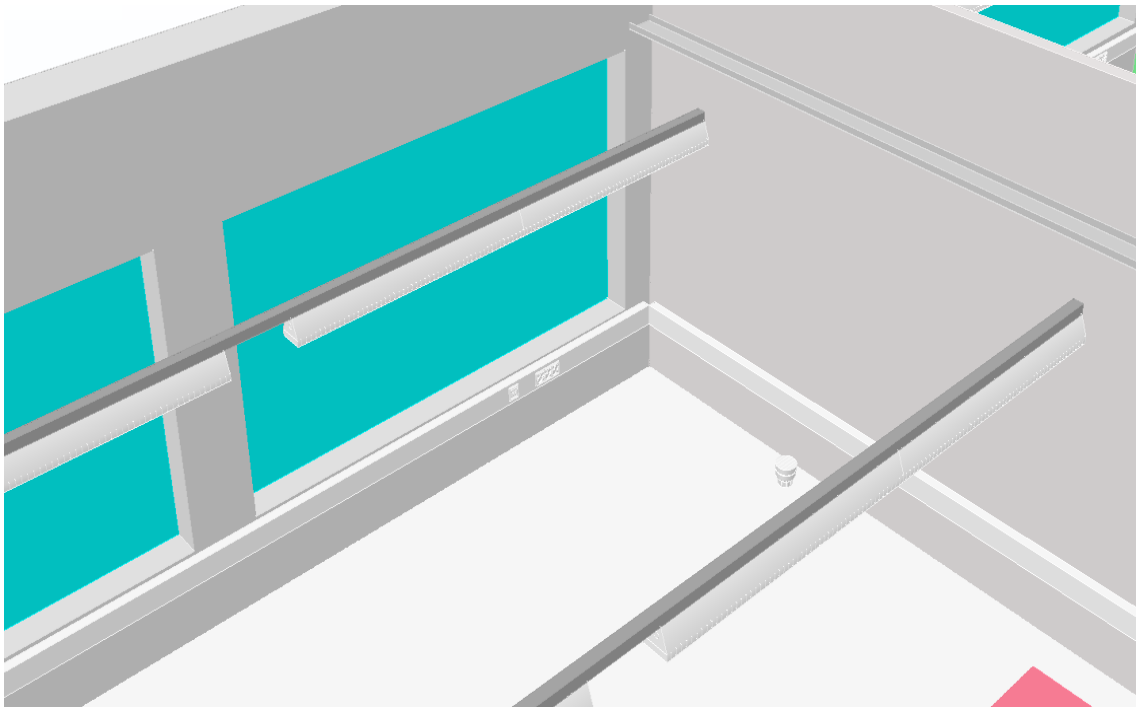
Osa	Selitys	Leveys (mm)	Korkeus (mm)	Kpl	Yht. (m)
Tray	Johtokanava	65	175	35	143.9
Tray	Kaapelihylly, levy	200	40	4	14.3
Tray	Kaapelihylly, tikas	300	50	9	36.0
Tray	Ripustuskisko	80	45	19	98.5
Bend (90 deg,r=0)	Johtokanava	65	175	11	
Bend (90 deg,r=0)	Johtokanava	175	65	5	
Bend (90 deg,r=0)	Kaapelihylly, levy	200	40	1	
Bend (90 deg,r=0)	Kaapelihylly, tikas	300	50	6	
T-branch (Long)	Kaapelihylly, tikas	300/300/300	50	1	

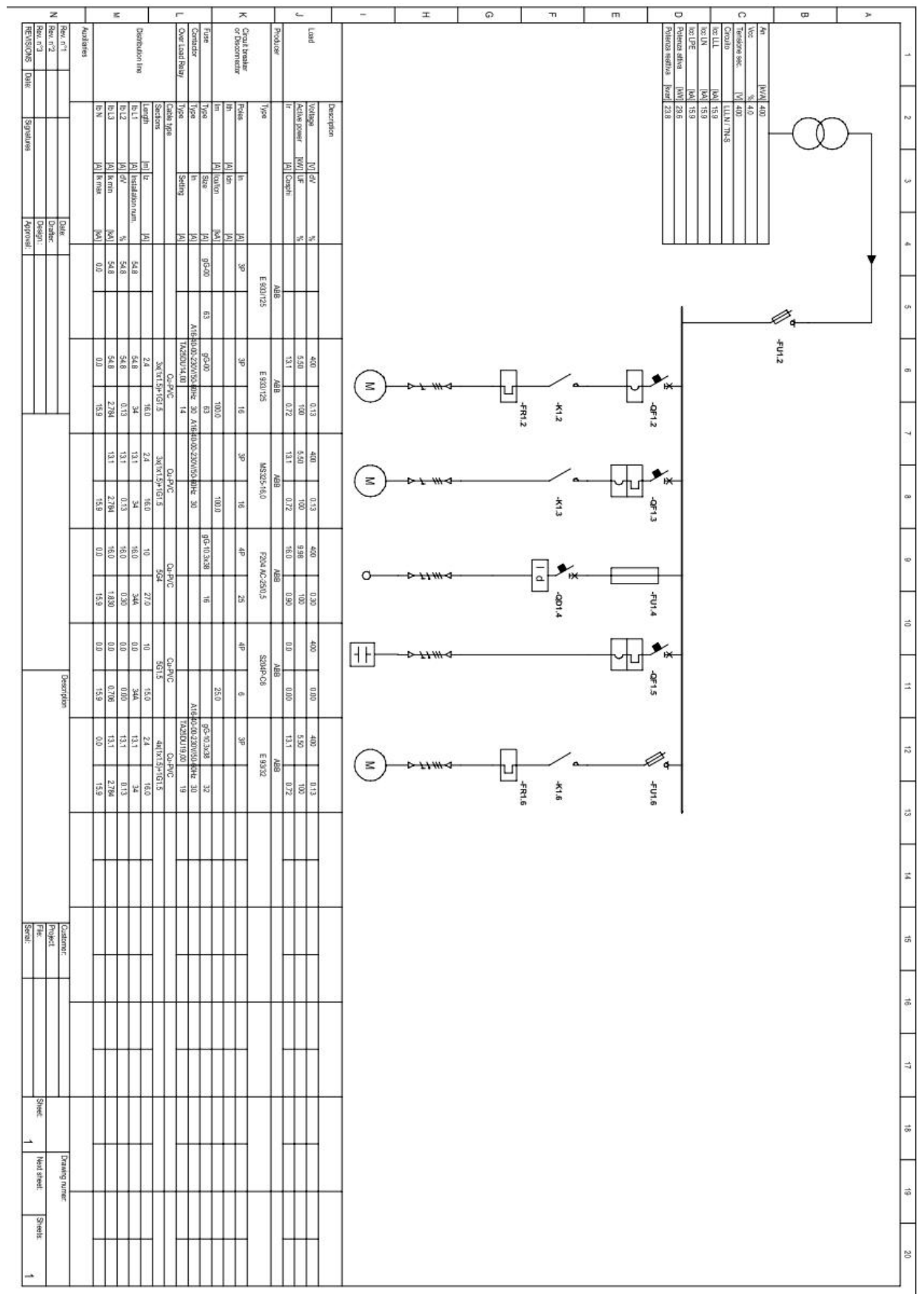
Liite 2. Laiteraportti

Laiteraportti tuotteittain

Nimike	Nimi	Tekniset tiedot	Valmistaja	Tyyppi	Määrä
2004705	Kytkin		ELKO	Kytkin 5 PA R IP21	9
2100706	Kytkin		Strömfors	218369080	1
2100851	Kytkin		Strömfors	5-kytkin valkoinen	1
2410401	Pistorasia	Artic Pinta IP21 1- pistorasia valkoinen	Strömfors	1S/16A/IP21 PPJ 0X VAL	2
2410402	Pistorasia	Artic Pinta IP21 2- pistorasia valkoinen	Strömfors	2S/16A/IP21 PPJ 2X VAL	2
2500662	Pistorasia		Strömfors	233949070 2-OS.	126
4223710	Yleisvalaisin		Elektroskandia	Classic N 136 -60	5
4223713	Yleisvalaisin		Elektroskandia	Classic N 158 -60	32
7061505	Liitinrasia		Strömfors	2-UTP	110

Liite 3. Kuvia Valkoisen Talon IFC-malleista





Liite 5. Kaapeliluettelo

List of LV cables																											
User description 1		User description 2		Length (m)		Cable type		Method		Work Temp (°C)		Ib (A)		dV (%)		Ik max (kA)		R Ph 20°C		R N 20°C		R PE 20°C		R Ph 80°C		R N 80°C	
Sign		Cable sizes		2.4		PVC Cu		Phases		Power Loss (W)		Iz (A)		K factor		Ik min (kA)		X Ph		X N		X PE		R PE 80°C			
								34		56.9		13.1		0.13		15.9		29.62				29.62		36.72			
		3x(1x1.5)+1G1.5						LLL		17.6		16.0		1.00		2.784		0.26				0.26		36.72			
				2.4		PVC Cu		34		56.9		13.1		0.13		15.9		29.62				29.62		36.72			
		3x(1x1.5)+1G1.5						LLL		17.6		16.0		1.00		2.784		0.26				0.26		36.72			
				10.0		PVC Cu		34A		44.0		16.0		0.30		15.9		46.26				46.26		57.36		57.36	
		5G4						LLN		39.0		27.0		1.00		1.830		0.99				0.99		57.36			
				10.0		PVC Cu		34A		30.0		0.0		0.00		15.9		123.40				123.40		153.02		153.02	
		5G1.5						LLN		0.0		15.0		1.00		0.706		1.08				1.08		153.02			
				2.4		PVC Cu		34		56.9		13.1		0.13		15.9		29.62				29.62		36.72		36.72	
		4x(1x1.5)+1G1.5						LLN		17.6		16.0		1.00		2.784		0.26				0.26		36.72			

[illegible]

Liite 7. Valaisinluettelo

VT sähköosasto

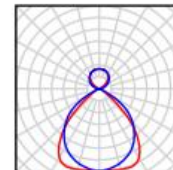
**DIALux**

08.05.2012

Tekijä
Puhelin
Faksi
Sähköpostiosoite

VT työhuone / Luettelo valaisimista

4 Kappale ELEKTROSKANDIA SE E7012665 SMART STIL
228 -60 UPP HF SWD
Tavarnumero: E7012665
Valovirta (Valaisin): 3817 lm
Valovirta (Lamput): 5200 lm
Valaisimien teho: 62.0 W
Valaisinten luokittelu CIE: 77
Elektroniikkakomponenttien valovirtakoodi: 68
97 100 77 74
Varustus: 2 x FDH 228 (Korjaustekijä 1.000).



Liite 8. Valaistuslaskennan tulokset

VT sähköosasto

**DIALux**

08.05.2012

Tekijä
Puhelin
Faksi
Sähköpostiosoite

VT työhuone / Valaistustekniset tulokset

Kokonaisvalovirta: 15267 lm
Kokonaisteho: 248.0 W
Huoltokerroin: 0.80
Reuna-alue: 0.250 m

Pinta	Keskimääräinen valaistusvoimakkuus [lx]			Heijastussuhde [%]	Keskimääräinen luminanssi [cd/m²]
	suoraan	epäsuoraan	kokonaan		
Käyttötaso	520	343	863	/	/
Lattia	200	265	465	78	115
Katto	201	341	542	78	135
Seinä 1	78	289	368	78	91
Seinä 2	69	358	427	78	106
Seinä 3	88	258	346	78	86
Seinä 4	86	292	378	78	94

Yhdenmukaisuus käyttötasolla

 $E_{min} / E_{m'}: 0.138 (1:7)$ $E_{min} / E_{max}: 0.104 (1:10)$ Ominainen verkkoon kytketty kuorma: $17.56 \text{ W/m}^2 = 2.04 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Pohjapinta-ala: 14.12 m^2)

Liite 9. Valaistuslaskennan yhteenvedo

VT sähköosasto

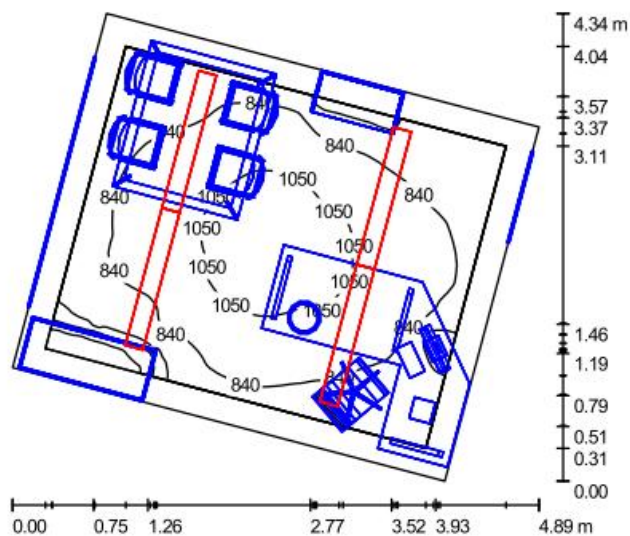


DIALux

08.05.2012

Tekijä
Puhelin
Faksi
Sähköpostiosoite

VT työhuone / Yhteenvedo



Tilan korkeus: 2.600 m, Asennuskorkeus: 2.600 m, Huoltokerroin: 0.80

Arvot (yksikkö) Lux, Mittakaava 1:56

Pinta	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Käyttötaso	/	863	119	1139	0.138
Lattia	78	465	67	804	0.145
Katto	78	542	229	4914	0.422
Seinät (4)	78	378	37	753	/

Käyttötaso:

Korkeus: 0.850 m
Rasteri: 128 x 128 Pisteet
Reuna-alue: 0.250 m

Luettelo valaisimista

Numero	Kappale	Tunnus (Korjaustekijä)	Φ (Valaisin) [lm]	Φ (Lamput) [lm]	P [W]
1	4	ELEKTROSKANDIA SE E7012665 SMART STIL 228 -60 UPP HF SWD (1.000)	3817	5200	62.0
Yhteensä:			15267	Yhteensä: 20800	248.0

Ominainen verkkoon kytketty kuorma: $17.56 \text{ W/m}^2 = 2.04 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Pohjapinta-ala: 14.12 m^2)

Liite 10. Saattolämmityslaskennan osaluettelo



TraceCalc Pro [2.5.00 - E019]

Page 1 / 1

Bill of Materials

16.05.2012 12:46:02

Project Name: Testiprojekti
 Project No: 10012
 Customer: Asiakas
 Customer Reference:

File Name: C:\Users\aviertamo\Documents\Tyco Thermal Controls\TraceCalc Pro2\Projects\Testiprojekti.TDB
 Filter Condition: All Areas

Catalog Number	Description	Qty
10QTVR2-CT	Raychem Self-Regulating Heating Cable	81,2 m
3BTV2-CT	Raychem Self-Regulating Heating Cable	152,5 m
5BTV2-CT	Raychem Self-Regulating Heating Cable	93,8 m
E-100-E	End seal, above insulation, ATEX	4 each
JBS-100-E	Single entry power connection, ATEX	4 each
IEK-25-04	Insulation Entry Kit, M25	4 each
RAYSTAT-EX-03	Electronic line sens. thermostat, 16A, ATEX	4 each
SB-101	Support Bracket	4 each
GT-66	Glass Tape (20m/roll) (not for stainl. steel pipes)	19 each
LAB-I-01	Warning Label - English	78 each
PSE-090	Pipe Strap for 1 1/4 to 3 (40-90mm)	8 each
PSE-280	Pipe Strap for 2 to 10 (60-288mm)	8 each

Lines included in this report: 4

Total lines available: 4

Liite 11: 1 (3). Saattolämmityslaskennan tulokset



TraceCalc Pro [2.5.00 - E019]

Single Line Details

Page 1 / 8
16.05.2012 12:50:03

Project Name: Testiprojekti
Project No: 10012
Customer: Asiakas
Customer Reference:

File Name: C:\Users\laviertamo\Documents\Tyco Thermal Controls\TraceCalc Pro2\Projects\Testiprojekti.TDB

This Line ID: Putki 1 [001]
Immediate Parent: None

Type: Parent
Top Level Parent: None

Status: OK

INPUT PARAMETERS

Reference

Area Name:
Drawing No:
Fluid: UNDEFINED
Last Change: 16.05.2012

Pipe

Length: 60,00 m
Size: 4,000 in
Type: CS-S80
Description: Carbon Steel Pipe - Schedule 80 ANSI/ASME B36.10

Area Class

Standards Body: CENELEC
Area Classification: Zone 1
T-Rating: T1
Auto-Ignition Temp: N/A °C
Allow Stabilized Design: Yes
Use Controlled Design: No
Setpoint Temp: N/A °C

Temperatures

Maintain: 5 °C
Min. Ambient: -20 °C
Max. Ambient: 40 °C
Max. Exposure: 65 °C
Max Operating: 65 °C
Max Allowable: 85 °C

Insulation

Inner Type: RW
Inner Description: Rockwool / Mineralwool (BS
Inner Thickness: 50,0 mm
Outer Type:
Outer Description:
Outer Thickness:
Oversized: No
Oversize Diameter:

Electrical

Configuration: Single phase (L-N)
Heater Voltage: 230 V
Max. CB Size: 20 A
CB Load Factor: 100 %

Location

Outdoors: Yes
WindSpeed: 8,9 m/s
Chemical Exposure: Organics
Startup Temp: -20 °C
HL Safety Factor: 10 %

Heater Technology

Technology: Parallel Heating Cables
Conductors: N/A

Forced Heater Selection

Family:
Heater:
Cold Lead:
Cold Lead Length:
Dielectric:
Jacket Material:
Ground Path:
Attachment:

Control

Control Method: Line sensing, no failure a
Circuit No:
CB No:
Use Central: No
Use Local: Yes
Local Type: Electronic

Design Options

Allow Spiraling: No
Forced Trace Ratio:
Multiple Cable Sets: No

Forced Centralized Control Selection

Panel Name:
Sensor:
Sensor Qty: 0

Forced Local Control Selection

Controller Name:
Controller Qty: 0
Sensor Name:
Sensor Qty: 0

Heat Sinks

	Type	Mode	Specify Spacing	Spacing	Quantity
Valve 1	01TYPV1	Calculate heat loss			4
Valve 2					0
Valve 3					0
Support 1	01TYPV1	Calculate heat loss	Yes	5,0	12
Support 2			Yes	0,0	0
Support 3			Yes	0,0	0
Flange			Yes	0,0	0
Drain/Vent					0
Misc.					0,0

Liite 11: 2 (3). Saattolämmityslaskennan tulokset



TraceCalc Pro [2.5.00 - E019]

Single Line Details

Page 2 / 8
16.05.2012 12:50:03This Line ID: Putki 1 [001]
Immediate Parent: NoneType: Parent
Top Level Parent: None

Status: OK

CALCULATED RESULTS

Heat Losses and Heater Length

	Quantity	Unit Heat Loss	Unit Length m	Total Length m
Pipe	60,00 m	9,5 W/m		60,00
Valve 1	4	10,2 (W)	1,07	4,28
Valve 2	0	N/A (W)	N/A	N/A
Valve 3	0	N/A (W)	N/A	N/A
Support 1	12	9,9 (W)	1,04	12,48
Support 2	0	N/A (W)	N/A	N/A
Support 3	0	N/A (W)	N/A	N/A
Flange	0	N/A (W)	N/A	0,00
Drain/Vent	0		N/A	0,00
Misc.				0,00
Terminations				2,00
Totals				78,80

Insulation

Inner Mean Temp: -7 °C
 Outer Mean Temp: N/A °C
 Surface Temp: -20 °C
 Inner K-Factor: 0,035
 Outer K-Factor: N/A
 K-factor units: W/m-K
 Inner Film Coeff: N/A
 Outer Film Coeff: 43,3
 Film Coeff Units: W/m²-K

Heater Selection

Catalog No.: 3BTV2-CT
 Output Rate: 10,7 W/m
 Attachment: GT-66
 Trace Ratio: 1,00
 Spiral Pitch: N/A mm
 Cable Set Quantity: 1
 Cable Set Length: 76,80 m
 Total Length: 78,80 m
 Max. Circuit Length: 194,80 m

Electrical: per Cable Set

CB Current: 7,9 A
 Operating Current: 3,6 A
 Operating Load: 0,99 kW

Electrical: per Circuit

CB Current: 7,9 A
 Operating Current: 3,6 A
 Operating Load: 0,99 kW

Electrical: per Pipe Segment

Operating Load: 0,99 kW

Temperatures

Min. Controlled Pipe: 5 °C
 Max. Controlled Pipe: 5 °C
 Uncontrolled Pipe: 65 °C
 Heater Sheath: 85 °C (T-rating)
 Heater Contact: N/A °C
 Min Cable Spacing: N/A mm

Coldlead Catalog No:

Cablesset Catalog No:

Hot Resis. (ohms): N/A @ N/A °C

Nom. Resis. (ohms): N/A @ 20 °C

Startup Resis. (ohms): N/A @ -20 °C

Components

Power Connection: JBS-100-E
 End Seal: E-100-E
 Splice:
 Tee:

Comment:Error/Warning Messages:

None

Project Name: Testiprojekti
Project No: 10012
Customer: Asiakas
Customer Reference:
File Name: C:\Users\lavieramo\Documents\Tyco Thermal Controls\TraceCalc Pro2\Projects\Testiprojekti.TDB
Filter Condition: None

Line ID	Panel Name	Circuit No.	CB No.	Circuit CB Current	Circuit Oper Current	Segment Oper Load	Max CB Size	Circuit Oper Volt.	Heater Catalog No	Heater Length	Cable Set Qty	Status
Puik1 1 [001]				A	A	kW	A			m		
Puik1 2 [002]				7.9	3.6	0.99	20	230	38TV2-CT	76.80	1	OK
Puik1 3 [002]				13.3	7.1	1.83	20	230	58TV2-CT	93.80	1	OK
Puik1 4 [001]				20.1	13.8	3.49	25	230	10QTVR2-CT	81.20	1	OK
				7.4	3.3	0.93	25	230	38TV2-CT	73.70	1	OK
Totals												
	Single phase:					7.24						
	Three Phase:					0.00						